Aus dem botanischen Garten der Universität Breslau.

Beiträge zur Anatomie der sukkulenten Euphorbien.

Inaugural-Dissertation
veröffentlicht
mit Genehmigung der Hohen Philosophischen Fakultät
der Königl. Universität Breslau
von

Fr. Hieronymus Trumpke O. F. M.

Montag, den 27. April 1914, mittags 12 Uhr
in der Aula Leopoldina der Universität

Vortrag:

Über die geographische Verbreitung der sukkulenten Euphorbien

und Promotion.

Breslau 1914.
Buchdruckerei der Schlesischen Volkszeitung G. m. b. H.

Gedruckt mit Genehmigung der Hohen Philosophischen Fakultät der Kgl. Universität Breslau.

Referent: Geheimer Regierungsrat Prof. Dr. Pax.

Tag der mündlichen Prüfung: 18. Februar 1914.

A. R. P. Christiano Kosubek O. F. M.

Ministro Provinciali

in grati animi obsequium.

Die sukkulenten *Euphorbien* haben wegen ihrer sonderbaren habituellen Eigenschaften stets aufmerksame Beachtung gefunden. Suchte man diese Pflanzen in ein System zu bringen, das diesen Namen eigentlich mit wenig Recht führte, da es nicht viel mehr als eine äußerliche Klassifikation war, so wandte sich doch die Aufmerksamkeit mehr den physiologischen und ökologischen Fragen zu, und es kann nicht geleugnet werden, daß die materiellen Bedingungen einer Lösung dieser Fragen nicht ungünstig lagen. Es genügte, um zu allgemein gültigen Ergebnissen zu gelangen, nur einige Formen eingehender zu studieren und die hier gezogenen Schlüsse auf die Gesamtheit zu übertragen, weil wir es mit einem Typus zu tun haben, dessen Vertreter, an extreme Existenzbedingungen angepaßt, wenigstens in den Hauptzügen übereinstimmen mußten. Wenn es trotzdem bisher nicht gelungen ist, volles Licht über die herrschenden Verhältnisse zu verbreiten, so darf die Schuld daran nicht der Spärlichkeit des Materials zugeschoben werden, sondern der Schwierigkeit der Fragen selbst.

Anders bei der Systematik. Sie hat die doppelte Kenntnis sowohl der Gestalt in allen ihren Einzelheiten wie der Verbreitung und ihrer Ursachen zu verarbeiten, und das ist es gerade, was sich bei den sukkulenten *Euphorbien* überaus schwer verwirklichen läßt; denn nicht nur die Fragestellung steckt voller Probleme, sondern selbst die äußeren Verhältnisse liegen sehr ungünstig (10. 61). Das Untersuchungsmaterial, das zu den Bearbeitern gelangt, ist zu keiner Zeit so reichlich gewesen, wie die Systematik es benötigt, um die niedersten systematischen Begriffe, die

Arten und deren Zahl einigermaßen befriedigend feststellen zu können. Der Grund hierfür ist unschwer einzusehen. Die Konservierung stark wasserhaltiger Pflanzen ist stets mit großen Schwierigkeiten verknüpft, da es sich zum größten Teile um Pflanzen handelt, die in Afrika ihre Heimat haben, also in Gebieten, die erst spät erforscht wurden und zum Teil noch ihrer Erschließung harren. Selbstverständlich ist auch die geographische Verbreitung noch lange nicht erschöpfend festgelegt. Zwar reichen die bisher gemachten Beobachtungen zur Not hin, um im allgemeinen das Entwicklungszentrum nebst Vorposten herauszuarbeiten, aber in der Kenntnis der Details herrscht fast noch völlige Dunkelheit, so daß der Weg bis zur Erfüllung der Wettsteinschen Forderung, die Systematik der letzten systematischen Kategorien, also der Arten und Unterarten, auch auf morphologisch-geographischer Grundlage aufzubauen, noch sehr weit ist.

Die neuere botanische Forschung sucht diesen Schwierigkeiten zu begegnen (**10.** 61), und dies ist ihr, wie jüngere Arbeiten auf unserem Gebiete dartun, zum Teil wenigstens geglückt. Daher dürfen wir die begründete Hoffnung hegen, die Zeit sei nicht mehr fern, wo das Bild, das wir von den genetischen Beziehungen der sukkulenten *Euphorbien*, überhaupt von allen ihren Lebensverhältnissen entwerfen, ein getreuerer Spiegel der Wahrheit sein möchte.

Die vorliegende Arbeit zerfällt in zwei Teile; der eine befaßt sich mit den allgemeinen anatomischen Verhältnissen, der andere bringt die speziellen anatomischen Angaben über die studierten Arten. Ich habe im ganzen 51 Arten untersucht, die zum Teil aus den Treibhäusern des Breslauer Botanischen Gartens stammen, zum Teil dem Herbarium des Instituts entnommen sind.

Frisch wurden untersucht Stammstücke von *Euphorbia alcicornis, aphylla, Bojeri, caput Medusae, canariensis, caerulescens, cereiformis, globosa, grandidens, Hermentiana, Laro, Ledienii, mammillaris, mauritanica, neriifolia, ornithopus, pseudocactus, pteroneura, resinifera,*

Schimperi, splendens, Tirucalli, trigona, virosa, xylophylloides.

Als Herbarmaterial wurden studiert Stammstücke von *Euphorbia antiquorum, arbuscula, Bolusiana, Dekindtii, drupifera, Evansii, glochidiata, heterochroma, Hystrix, larica, melanosticta, microcyatha, Nivulia, Nyassae, Pimeleodendron, polyacantha, pugniformis, Rossiana, Schinzii, schizacantha, triaculeata, taitensis, Thi, tetracanthoides, venenifica.*

Das Hautsystem.

Solange Assimilationsarbeit geleistet werden muß und die Oberhaut dem in der Volumenvergrößerung des Stammes liegenden Druck zu folgen vermag, bleibt die Epidermis erhalten. Arten wie *E. splendens* und *Bojeri* kommen hier natürlich nicht in Betracht, weil sie mit den Blättern die volle assimilatorische Aufgabe erfüllen. Die Epidermis wird vom Periderm verdrängt, wenn der Stamm nicht mehr zu assimilieren braucht, und wenn er als Träger für den inzwischen ausgegliederten Sproßkomplex in Anspruch genommen, durch Dickenwachstum die Ausdehnungsgrenze der Epidermis überschreitet.

a) Die Epidermis ist stets einschichtig. Topographisch ist die Stellung der zweiten Zellreihe zur Epidermis berechtigt, physiologisch freilich müssen wir in ihr die Mutterzellschicht des Rindenmantels erblicken, sie folglich von der Epidermis trennen, mögen auch die maßgebenden Eigenschaften ab und zu verwischt sein.

Die Zellen verhalten sich hinsichtlich ihrer Gestalt im großen und ganzen nicht auffallend verschieden. Auf dem Querschnitt sind sie quadratisch oder rechteckig (2. 290, 5. 168), so z. B. viele Arten der Sekt. *Tirucalli,* oder tafelförmig, was charakteristisch ist für die Arten der Sekt. *Diacanthium, Meduseae* u. a. Vereinzelt sind Sippen, deren Epidermiszellen der überwiegenden Mehrzahl nach höher

sind als breit, dahin gehören z. B. *E. arbuscula* und *melanosticta*. Die absoluten Größenverhältnisse variieren ziemlich stark. Ihre Grenzen lassen sich höchstens annähernd festlegen. Sowohl der tangentiale wie der radiale Durchmesser übersteigen kaum den oberen Grenzwert von 50—60 μ, der untere dürfte etwa mit 15—20 μ richtig angegeben sein. Die Außenwand ist eben oder vorgewölbt (**2.** 5. **13.** 39); das erste ist bei weitem häufiger, seltener das letzte. Neigung zur Papillenbildung ist äußerst selten. Nur *E. pteroneura* verdient hier genannt zu werden. Die Epidermiszellen zeigen meist die gewöhnliche, beinahe tafelförmige Gestalt mit gerader Außenwand. Hin und wieder gewinnen einzelne Zellen ein ganz anderes Aussehen. Ihr radialer Durchmesser wird erheblich länger als der tangentiale, die Außenwand springt stark hervor, so daß die papillösen Elemente hoch über das Niveau der Epidermis aufragen. Die Basis der Papillen gleicht vollkommen den gewöhnlichen Oberhautzellen.

Die unterscheidbaren Bestandteile der Außenwand, die Cuticula, Cutinschichten und Zelluloseschichten müssen eingehend berücksichtigt werden, weil gerade hier größere Differenzen in der Auffassung der verschiedenen Autoren zu Tage treten. Hinsichtlich der Cuticula, ein Begriff, unter dem ich das Oberhäutchen verstehe, kann dies allerdings noch nicht behauptet werden. Sie ist stets deutlich, doch dabei dünn und zart. Gaucher (**5.** 169) vertrat die Ansicht, die Außenwand der tropischen *Euphorbien* bestehe durch und durch aus Cutin. Dommel (**3.** 74), gestützt auf sehr wenige Beobachtungen, betonte dies gleichfalls, Stade endlich (**13.** 42) bestätigte die besonderen Angaben Dommels, trat aber gleichzeitig in Gegensatz zu den Verallgemeinerungen der beiden genannten Forscher, indem er nachwies, daß ihre Feststellungen nur beschränkte Geltung besitzen, da auch tropische Arten Zellulose führen. Auf Grund eigener Untersuchungen muß ich Stade in den Grundzügen recht geben, was nicht ausschließt, daß eine volle Übereinstimmung zwischen seinen und meinen Resultaten nicht

erreicht wurde. Aber das ist auch leicht verständlich. Zunächst wäre die Annahme möglich, daß die untersuchten, mit gleichem Namen bezeichneten Arten tatsächlich zum Teil verschieden sind. Ferner können bei jeder Beobachtung kleine Fehler in der Untersuchungsmethode unterlaufen, ein beinahe unvermeidliches Übel, das tunlichst dadurch beseitigt werden kann, daß man möglichst zahlreiche Individuen einer Art untersucht und die Durchschnittswerte festhält, das von Individuum zu Individuum Schwankende ausscheidet. Ist das wie in unserm Falle wegen der Kostbarkeit des Materials nicht möglich, dann dürfen im Gegensatz stehende Ergebnisse — Voraussetzung bleibt eine geringe Grenze des Unterschieds — nicht so streng beurteilt werden wie sonst. Ich führe die Unterschiede, die meine Befunde denen Stades gegenüber aufweisen, hier nicht näher durch, da sie mir zu unwesentlich erscheinen. Hingegen möchte ich das von ihm entworfene Bild der chemischen Verhältnisse in der Außenwand etwas vervollständigen. Bei 14 von 51 untersuchten Arten setzt sich die Außenwand einzig und allein aus Cutin zusammen, es sind *E. Bolusiana, drupifera, heterochroma, larica, arbuscula, Evansii, melanosticta, antiquorum, caerulescens, Pimeleodendron, Rossiana, xylophylloides, canariensis, caput Medusae,* 11 besitzen neben Cutin als Hauptmasse noch ein schwaches Zellulosehäutchen *(E. Dekindtii, Thi, Schimperi, aphylla, neriifolia, grandidens, resinifera, pteroneura, Tirucalli, Laro, Ledienii, polyacanta),* bei den übrigen Arten findet die Zellulose eine geringere oder größere Beteiligung; das geht so weit, daß *E. glochidiata* und *schizacantha* in der Außenwand zu $^2/_3$ aus Zellulose und nur zu $^1/_3$ aus Cutin bestehen. Das Gemeinsame aller betrachteten Fälle, was auch aus allen Beobachtungen der oben genannten Autoren klar heraustritt, ist die von der ökologischen Pflanzengeographie längst erkannte Tatsache, daß Xerophyten eine dicke Cuticula, d. h. starke Cutinschichten aufweisen (**16.**). Es folgt daraus jedoch nicht ohne weiteres, daß die Außenwand als Ganzes notwendig

sehr stark sei, wenn dies auch meist zutrifft. Nur soviel läßt sich daraus ableiten, daß, wenn z. B. wie bei *E. neriifolia* und *canariensis* (**13.** 41) die Wand relativ schwach ist, die Hauptmasse aus Cutin bestehen muß. Bei *E. pugniformis, Thi, glochidiata, Evansii, microcyatha, heterochroma* und einigen andern erreicht die Außenwand die Stärke des halben radialen Durchmessers der Epidermiszellen. Gewöhnlich beträgt sie etwa $^1/_4$ oder $^1/_5$ desselben. Ihre dickste Stelle liegt in der Mitte oder über der Insertion der Seitenwände. Spitzwinklig vorspringende Zellen besitzen zwei Punkte stärkster radialer Ausdehnung in der Mitte ihrer Winkelschenkel, während die Membran im Scheitel am schwächsten ist. Die Seitenwände sind normal oder verdickt, letzteres dann, wenn die verdickte Außenwand vorgewölbt ist. In der stofflichen Zusammensetzung herrscht in der Überzahl der Fälle Zellulose vor, die oft ganz allein mit der Aufgabe betraut ist, die Wand aufzubauen. Mehrere Arten hinwiederum *(xylophylloides, drupifera, antiquorum, Pimeleodendron)* lassen in den Seitenwänden nur Cutin hervortreten, das auch sonst öfter in schwacher Beteiligung nachweisbar ist.

Am gleichartigsten verhält sich die immer zarte Innenwand, weil sie dem direkten Einfluß der äußeren Lebensbedingungen entzogen ist.

Was die Teilung der Epidermiszellen anlangt, so geschieht sie durch radiale Teilungswände (**2.**), tangentiale wurden nur bei *E. mauritanica* beobachtet. Ich glaube jedoch nicht, daß in diesem Ausnahmefalle die Epidermis etwa die Funktion der ersten subepidermalen Zellreihe versieht.

Alle bisherigen Notizen bezogen sich nur auf das Querschnittsbild. Es erforderte ein längeres Verweilen, weil sich dort eine reich wechselnde Mannigfaltigkeit offenbarte. Der Flächenschnitt hingegen bietet immer dasselbe Bild der weitgehendsten Gleichartigkeit. Die Zellen sind unregelmäßig polygonal, ± isodiametrisch mit geraden Seitenwänden. (**13.**) Unter allen Arten verrät nur *E. Tirucalli* und *Laro* eine gewisse Regelmäßigkeit der Anordnung,

hervorgerufen durch das eigentümliche Verhalten der in Reihen liegenden Spaltöffnungen (**2.** **13.** 41).

Die Abkömmlinge einer Epidermiszelle sind mitunter daran zu erkennen, daß die ältesten Wände, gleichzeitig die stärksten, den ganzen Abstammungskomplex fortlaufend umhüllen. So ist die Oberfläche in Inseln eingeteilt, deren jede aus einer größeren Zellenzahl gemeinsamer Herkunft besteht.

Wachsausscheidungen (**4.** 134) in Form eines schwächeren oder stärkeren Überzuges sind wohl allen sukkulenten *Euphorbien* zuzuerkennen. Vorzüglich im jugendlichen und jugendlichsten Alter dürfte das Wachs eine bedeutende Rolle als Schutzorgan spielen. Über den Stomata öffnet sich die Wachsdecke, wie ich öfters, wenn sie noch unversehrt war, zu sehen Gelegenheit hatte, in rundlich umschriebenen Öffnungen. Besondere, charakteristische Einrichtungen finden sich bei *E. Tirucalli, Laro* und *ornithopus* in Gestalt von schornsteinartigen Wachsringen über den Spaltöffnungen (**7.** 421). Im Bereiche der Epidermis und der ersten subepidermalen Zellreihe, doch auch im epidermisnahen Assimilationsgewebe finden sich kleine Gebilde, die Stade Zwergzellen genannt hat (**13.** 39, 40). Ich bemerkte sie bei fast allen studierten Arten. Ob ihnen eine spezifische Bedeutung zukommt, ist schwer zu entscheiden.

b) Der Kork. Ein Periderm beobachtete ich bei *E. splendens, Bojeri, Hystrix, Nivulia, venenifica, globosa, ornithopus*. Das Phellogen bildet sich immer aus der ersten subepidermalen Zellage (**9.** 397, **11.** 833, **13.** 47), die ohnehin, solange die Epidermis den Stamm umhüllt, meristematische Arbeit verrichtet. Der einzige Funktionswechsel liegt darin, daß eine Zellabscheidung nicht bloß nach unten, sondern auch nach oben erfolgt. So vollendet sich der Korkmantel, zusammengesetzt aus flachen, tafelförmigen, zartwandigen Zellen. Die Zahl der Zellschichten beträgt bei *E. splendens* und *Bojeri* 8—12, trotzdem das Stammstück noch jung ist, andere Arten weisen mehr oder weniger Lagen auf. Die Mächtigkeit des Korkmantels ist

wohl in erster Linie vom Alter der betreffenden Pflanze abhängig zu machen. Der Zellinhalt ist bisweilen in den obersten Schichten (*E. splendens* und *Bojeri*) braun gefärbt, gewöhnlich aber farblos bis schwach gelblich. Feste Einschlüsse fehlen durchaus. Die Ursachen der Korkbildung waren bei *E. splendens, Bojeri, venenifica, Nivulia, Hystrix* sicher natürliche, das Periderm überzog somit die Pflanzen auf ihrer ganzen Oberfläche. Hingegen waren die zirkumskripten Korkflecke bei *E. globosa, ornithopus, trigona* wahrscheinlich eine Folge von Verletzungen. Das Periderm hatte deshalb hier nur die Aufgabe, einen baldigen Verschluß der Wunde herzustellen.

Spaltöffnungen.

Die Spaltöffnungen der sukkulenten *Euphorbien* sind eingesenkt oder liegen in gleicher Höhe wie die Epidermis oder erheben sich endlich ein wenig über ihr Niveau. Alle diese Angaben beziehen sich auf den gesamten Spaltöffnungsapparat, nicht aber auf die Schließzellen allein. Danach bedeutet eine Einsenkung die Tieferlegung des ganzen Apparates, und wenn also gesagt wird, daß die Spaltöffnungen in Epidermishöhe liegen, so ist damit ein Hinabrücken der Schließzellen nicht ausgeschlossen.

So oft die Spaltöffnungen versenkt werden, geschieht dies immer unter Beteiligung der benachbarten Epidermiszellen, deren Querschnittsansicht dementsprechend in einen Gegensatz zu jener der übrigen Oberhautzellen tritt, insofern ihr tangentialer Durchmesser hinter dem radialen weit zurücktritt. Gleich gut ist dies Verhalten an *E. Tirucalli* und *Laro* zu studieren; weniger deutlich bei *E. xylophylloides,* verschwindet die Umbildung der Epidermiszellen bei *aphylla* vollständig. Aber gerade hier steht der Apparat beinahe in derselben Höhe wie die Oberhaut.

Liegen die Atemöffnungen in gleicher Höhe wie die Epidermis, so sind wenigstens die Schließzellen eingesenkt, meist bis in die halbe Höhe der Nebenzellen. Hierher ge-

hören sämtliche Arten der Sekt. *Diacanthium* und einige der Sect. *Tirucalli,* wie *mauritanica, Schimperi* und *melanosticta.*

Über die Epidermis schwach, doch unzweideutig erhoben sind die Spaltöffnungen bei *E. cereiformis* (3. 73), *mammillaris, ornithopus, globosa, caput Medusae* (**13.**).

Die Einsenkung entscheidet darüber, ob eine äußere Atemhöhle, die für Pflanzen an trockenen Standorten bisweilen zur Notwendigkeit wird, entsteht oder nicht. Daher besitzen alle jene *Euphorbien,* deren Spaltöffnungen entweder als Ganzes oder bloß hinsichtlich der Schließzellen eingesenkt sind, eine deutliche äußere Atemhöhle, die seitlich von den Epidermisaußenwänden und dem oberen Membranstück der Nebenzellen oder allein von diesen begrenzt wird. Im letzten Falle sind die begrenzenden Teile senkrecht emporgerichtet und laufen einander parallel. Eine spezifische Eigentümlichkeit findet sich bei *E. Tirucalli* und *Laro.* Da die äußere Atemhöhle den Bedürfnissen der Pflanze wahrscheinlich nicht genügt, hat sie sich dadurch zu helfen gewußt, daß sie die auf ihrer Epidermis lagernde reiche Wachsausscheidung über ihren Atemöffnungen zu kraterförmigen Ringen aufhäufte (7. 421). *E. ornithopus* hat eine ähnliche Einrichtung.

In den histologischen Einzelheiten bieten die Spaltöffnungen sämtlicher sukkulenten *Euphorbien* ein so einheitliches Bild dar, daß es schwer fällt, tiefergehende Unterschiede zwischen den Sektionen oder gar den Arten zu entdecken.

Die Schließzellen gewähren ohne Abwechslung das gleiche ellipsoide Querschnittsbild (3. 72), dessen größter Durchmesser senkrecht zur Oberfläche steht. Der Querdurchmesser ist etwa halb so lang wie der radiale. Auch bei den Verdickungsleisten treten deutliche Unterschiede in der Ausbildung nicht zu Tage. Sie sind meist nicht stärker, häufig sogar schwächer als die Außenwand der Epidermiszellen. Dreikantige, zipfel- bis schnabelförmige Vorsprünge der Verdickungsleisten gegen den Spalt fehlen keiner Art

vollständig, nur sind sie bei dieser Sippe schärfer, bei jener stumpfer. In der chemischen Zusammensetzung der Leisten spielt das Cutin die erste Rolle; die zahnartigen Vorsprünge z. B. bestehen nur aus Cutin. An der den Spalt begrenzenden Seite der Schließzellen zieht ein Cutinstreifen bis an die Stelle, wo sie an die Nebenzellen stoßen. Die innere Atemhöhle ist von ovaler Form mit dem größten Durchmesser in radialer Richtung. Die sie auskleidenden Zellen zeigen in den meisten Fällen keine besondere Gestalt; eine Ausnahme bilden *E. Tirucalli* und Verwandte mit schlauchförmigen Elementen, die im übrigen den andern Assimilationszellen gleichen.

Die Nebenzellen sind größer als die Schließzellen, vor allem in radialer Richtung, die jene der Schließzellen mitunter, wie bei *E. Schimperi* um das 2—3fache übertrifft, wenn auch als allgemeines Vorkommnis der Fall gelten darf, daß die Nebenzellen ein und ein halb mal, im Höchstfalle doppelt so hoch sind wie die Schließzellen. Der tangentiale Durchmesser erreicht nie den radialen. Die Außenwand, an dem Berührungspunkte mit den Schließzellen zu einem zarten Hautgelenk verdünnt, wird mit wachsender Entfernung vom Spalt allmählich oder plötzlich dick, um sich dann unmerklich in die Außenwand der Epidermiszellen fortzusetzen. Seiten- und Innenwände bleiben schwach, vorausgesetzt, daß nicht die Seitenwände der Oberhautzellen verdickt sind. Dann tritt eine Änderung ein. Die dem Spalt näherliegende Seitenwand behält, um eine ungestörte Funktion der Schließzellen zu ermöglichen, ihre Zartheit bei, die abgewandte Seitenwand ist von jener der Epidermiszellen nicht zu unterscheiden. Im Querschnitt greifen die Nebenzellen, um mit Dommel und Stade zu sprechen, bogig um und unter die Schließzellen. Bei offenem Spalte ist das gemeinsame Wandstück mehr oder weniger gerade, d. h. vertikal gerichtet (*E. pteroneura, globosa* u. a.).

Bei den sukkulenten *Euphorbien* kommt hinsichtlich der Nebenzellenzahl allgemein der Rubiaceentypus zur Ent-

wicklung, d. h. es liegen nur zwei Nebenzellen parallel zur Spaltrichtung um den Spalt. Dommel (3. 73) läßt Abweichungen überhaupt nicht zu. Demgegenüber ist jedoch festzustellen, daß der Rubiaceentypus nicht streng durchgeführt ist, worauf bald Stade (13. 45) hingewiesen hat. Allerdings scheint mir letztgenannter Autor, als er seine Beobachtungen gegen Dommels Auffassung ins Feld führte, zu weit gegangen zu sein. Es ist freilich wahr, daß die Spaltöffnungen manchmal mehr als 2 Nebenzellen (3 oder 4) besitzen, aber diese Vorkommen sind so vereinzelt, daß sie nur als belanglose Variationen angesehen werden müssen. Speziell *E. ornithopus* erschien mir als das geeignete Objekt, an dem die Richtigkeit der Beobachtungen Stades geprüft werden konnte. Da fand sich nun, daß es unter den Atemöffnungen hin und wieder welche gibt, deren Nebenzellenzahl gleich drei ist. Die meisten jedoch besaßen nur zwei Nebenzellen. Um den Widerspruch meiner und Stades Angaben zu verstehen, möchte ich bemerken, daß eine Verwirrung zum besten Teile Beobachtungsfehlern zugerechnet werden muß. Es ist mir wiederholt begegnet, daß bei ungenügend dünnen Schnitten die unter der Epidermis liegenden Speicherzellen durchschimmerten und den Eindruck hervorriefen, als ob sich mehr als 2 Zellen an der Umkleidung der Spalte beteiligten, ein Irrtum, der augenfällig wurde, wenn ich das Objekt auf hinreichend feinen Flächenschnitten betrachtete. Bei *E. ornithopus* ist eine Täuschung umso schwerer zu vermeiden, als die Wachsausscheidungen, deren Entwicklung um die Spaltöffnungen herum das Maximum erreicht, ringförmige Bildungen veranlassen, die nachher in vier nebenzellenähnliche Partien gesprengt werden.

Es ist schon längere Zeit bekannt gewesen (12. 286), daß bei gewissen sukkulenten *Euphorbien* die Spaltöffnungen senkrecht zur Stammachse liegen. Trotzdem stellte Dommel (3. 75) auf Grund von Beobachtungen an verhältnismäßig wenigen Arten es als allgemein geltende Tatsache hin, daß quergestellte Spaltöffnungen den genannten Pflanzen abzusprechen sind. Ebenso wie Stade (13. 44) bin auch

ich der Meinung, daß sein Schluß von diesen wenigen Formen auf die Beschaffenheit der übergroßen Mehrzahl verfrüht ist, zumal, wie ich feststellen konnte, auch die zum Ausgangspunkt seiner Behauptung gewählten Arten entgegenstehen. Die Verhältnisse stellen sich etwa folgendermaßen dar; da sie das Ergebnis einer über 50 Arten ausgedehnten Untersuchung sind, wird man die Berechtigung nicht von der Hand weisen dürfen, von ihnen ausgehend einen umfassenderen Schluß zu ziehen.

In der Gesamtzahl der sukkulenten *Euphorbien* lassen sich unschwer zwei Kategorien von einander sondern, die scharf und bestimmt verschieden sind. Der ersten müssen alle Formen zugezählt werden, deren Atemapparate so überwiegend parallel zur Stammachse liegen, daß die wenigen Spalte, die eine mehr geneigte Richtung innehalten, dagegen verschwinden *(E. Laro, Tirucalli, pteroneura, aphylla, melanosticta, arbuscula, Schimperi, larica, mauritanica, microcyatha* u. a.). Den Vertretern der zweiten Abteilung kommen quergestellte, aber in den verschiedensten Richtungen orientierte Spaltöffnungen zu. Verfehlt wäre es, die Querstellung so zu verstehen, als müßten alle Spaltöffnungen ohne Ausnahme senkrecht zur Stammachse liegen; die Behauptung des Allgemeinvorkommens umfaßt ja nur die große Mehrzahl. Die Arten der Sekt. *Diacanthium, Meduseae* u. a. reihen sich in diese Abteilung, in der Sekt. *Intisy* tun dies *E. xylophylloides* und *alcicornis*.

Vergleicht man die durch quergestellte Spaltöffnungen ausgezeichneten Arten mit jenen, deren Spalte in die Richtung der Stammachse fallen, dann ergibt sich die merkwürdige Tatsache, daß der drehrunden, zweigartigen Gestalt längsgerichtete Spalte eigentümlich sind, während kaktusähnliche Ausbildung immer mit Querspalten zusammen geht. Ein klassisches Beispiel liefert die Sekt. *Intisy* (2. 301), in der ein allmählicher Übergang von der einen in die andere Gestalt zu konstatieren ist. Der lebendigste Ausdruck hiervon ist die Richtung der Spalte. Als Extreme stehen auf der einen Seite *E. Tirucalli, Laro,* auf der andern

E. xylophylloides. Welches aber der von dem grobmorphologischen Aufbau der vegetativen Organe ausgehende Einfluß auf die Lage der Atemapparate sein sollte, ist schwer zu entscheiden. Die Verteilung der Spaltöffnungen über die Oberfläche geschieht ohne bestimmte Regel. Nur *E. Tirucalli* und *Laro* bilden eine Ausnahme. Mit bloßem Auge sind weißliche oder graue Streifen auf der Epidermis wahrzunehmen (**1.** 22), die ohne sich zu ununterbrochenen Längsstreifen zu vereinigen, auf der Epidermis parallel zur Stammachse hinziehen. Das mikroskopische Bild lehrt, daß wir es mit Längskanälen zu tun haben, in deren Tiefe die Spaltöffnungen reihenartig angeordnet liegen. Die Anzahl der Reihen beträgt, wie Stade (**13.** 44) mit Recht gegen Costantin und Gallaud (**2.** 301) angibt, für *E. Tirucalli* und *Laro* unterschiedslos 1 oder 2.

Die Zahl der Spaltöffnungen schwankt zwischen weiten Grenzen, doch ist sie immerhin verhältnismäßig gering. Ich habe sie bei 38 Arten festgestellt. Hier möchte ich nur die Grenzen und einige dazwischen liegende Werte mitteilen. Es besitzen auf 1 qmm Epidermis *E. drupifera* 5, *Schinzii* 16—20, *pseudocactus* 20—30, *neriifolia* 20—30, *globosa* 40, *antiquorum* 50, *arbuscula* 50, *Tirucalli* 60, *Bolusiana* 70, *microcyatha* 80 Spaltöffnungen.

Assimilations- und Speichersystem.

Nur in den seltensten Fällen sind das Assimilations- und das Speichersystem histologisch von einander getrennt. Sie mögen daher, weil sie topographisch zusammenfallen, auch zusammen betrachtet werden. Dafür spricht auch der Umstand, daß beide Gewebe die Wirkung und Nebenwirkung eines und desselben Faktors sind, nämlich des aus den äußeren Lebensbedingungen mit Notwendigkeit sich ergebenden Transpirationsschutzes (**15.**). Deshalb sind die Laubblattspreiten reduziert oder völlig unterdrückt, die Assimilationsarbeit aber ging auf die peripherische Zone des Stammes über. In zweiter Linie betätigt sich der

Transpirationsschutz in der Bildung eines Wasserspeichers, der die Rinde und das Mark umfaßt.

Die erste subepidermale Zellreihe wurde von Gaucher, Solereder und andern Forschern mit Recht als das Sekundärmeristem der stark entwickelten Rinde angesehen. Das bewiesen die tafelförmige Gestalt, die zarten Membranen und die tangentialen Teilungswände. Die nur an einzelnen Arten gewonnenen Ergebnisse konnte ich bei der Gesamtheit der Formen bestätigen.

Innen setzt sich die Rinde aus parenchymatischen Zellen zusammen, die meist sehr zartwandig und ungetüpfelt sind (5. 174). Eine kollenchymatische Ausbildung im peripherisch gelegenen Bezirk ist selten. Ich fand sie bei *E. splendens* und *Bojeri.* Die mechanischen Zellen sind rundlich, mit ziemlich gleichmäßig verdickten Membranen und chlorophyllfrei (5. 174). Dagegen enthalten sie Stärke. Im Radialschnitt wird ihr Längsdurchmesser etwa 2 mal größer als der Querdurchmesser. Die Breite der mechanischen Zone beträgt 5 Zellen. Anders gestaltet sich das Bild bei *E. melanosticta* und *schizacantha.* Mehr oder minder radial gestreckte Elemente mit starken einfach getüpfelten Membranen herrschen in den äußeren Teilen vor, weiter innen werden sie allmählich durch zartwandigere Zellen abgelöst.

Es gibt auch Arten mit echtem Palisadenparenchym. Keineswegs zählen aber sämtliche aphylle Vertreter der Sukkulenten hierher, wie Gaucher annahm (5.); denn zu diesen gehören offenbar viele *Diacanthium,* deren Blattrudimente im Haushalte der Pflanze keine Rolle spielen, und die es trotzdem nicht zu einem echten Palisadenparenchym gebracht haben. Vielmehr kommen nur wenige Spezies aus den Sektionen *Tirucalli* und *Intisy* in Frage (2. 291). An erster Stelle steht *E. aphylla.* Palisaden- und schwammiges Speicherparenchym sind hier so streng von einander gesondert, daß auf dem Radialschnitt beinahe eine gerade Grenzlinie zwischen beiden gezogen werden kann; auch sind die Assimilationszellen horizontal, die Speicher-

zellen vertikal gestreckt. Daß die durch die Gestalt und Streckung der Zellen hervorgerufene anatomische Differenzierung der Rinde in zwei Gewebe auch physiologisch berechtigt ist, erhellt daraus, daß die Chlorophyllkörner nur die schlauchförmigen Palisadenzellen erfüllen, in dem Schwammgewebe aber so gut wie vollständig fehlen.

An *E. aphylla* schließen sich *E. mauritanica, Schimperi, Tirucalli* (2. 293) und *Laro* an. Bei *E. mauritanica* ist der größte Teil der Rinde aus Palisadenzellen aufgebaut, und nur gegen das Leitungssystem hin zeigen die Zellen eine schwache Änderung der Gestalt. *E. Schimperi, Tirucalli* und *Laro* besitzen einen schwächeren Assimilationsapparat.

Echtes Palisadenparenchym fehlt, wie bereits gesagt, allen übrigen Arten. Nur eine Andeutung hiervon scheint mitunter vorzukommen, wenn man nämlich die radiale Streckung und Reihenbildung, wie sie für *E. mammillaris, canariensis, cereiformis, virosa, resinifera* u. a. bezeichnend ist, in diesem Sinne verstehen will. Abgesehen von diesen Arten ist das Bild der Rinde außerordentlich einförmig. Die der Epidermis zunächst gelegenen Zellen sind quadratisch oder rundlich, nach der Mitte zu werden sie voluminöser, das Gewebe schwammiger, und in der Nähe des Leitungssystems können sie wieder zurückgehen.

In der Verteilung der Chlorophyllkörner lassen sich mit Ausnahme von *E. aphylla* keine Unterschiede finden. Immer bemerkt man in der äußeren Region den stärksten Chlorophyllgehalt, der allmählich schwächer wird und erst an der Außenseite der Gefäßbündel verschwindet.

Weshalb die kaktusähnlichen *Euphorbien* kein typisches Palisadenparenchym zur Entwicklung bringen, während andere sukkulente ein solches besitzen, ist eine interessante Frage. Einen Fingerzeig zu ihrer Lösung glaube ich darin zu erkennen. Die *Cactus-Euphorbien* haben stark fleischige, geflügelte Sprosse, die *Tirucalli*formen hingegen sind in allen ihren vegetativen Organen drehrund und besitzen ein viel kleineres Volumen; Unterschiede der Oberflächengröße gehen damit Hand in Hand. Es wird also bei umfang-

reicherer Oberfläche ein weniger vollkommenes Assimilationssystem genügen, während bei kleinerer Oberfläche zur Sicherung der Assimilationsarbeit ein tüchtigeres System notwendig ist.

Kristallkörper fand ich nie in der Rinde (5. 176). Erst durch Einwirkung von Alkohol entstandene, somit den lebenden Pflanzen nicht zukommende Kristalle aus Calciummalat waren öfters zu bemerken. Nähere Angaben hierüber erübrigen sich, da Gaucher alles übersichtlich zusammengestellt und die einschlägige Literatur angegeben hat. Auch Gerbstoff findet sich niemals in der Rinde. Hingegen tritt Stärke sehr oft und reichlich auf. Ihre Gestalt ist kreisförmig oder oval. Schichtung ist nicht sichtbar. Die Zone der reichsten Stärkeeinschlüsse ist nicht fest bestimmt, oft aber erstreckt sie sich zu beiden Seiten des Leitungssystems in mehr oder minder breitem Ringe. Es ist dies insofern eine auffallende Erscheinung, als hier auch die Milchröhren zur vollsten Entwicklung gelangen, worauf bekanntlich Gaucher (5. 231 ff.) die Annahme physiologischer Beziehungen gegründet hat. Über ihre Berechtigung soll weder in affirmativem noch in negativem Sinne ein Urteil abgegeben werden, da die Frage nur experimentell eine befriedigende Lösung erwarten darf. Bei *E. drupifera* traf ich Stärke in solchem Maße wie bei keiner anderen Art. Beinahe das gesamte Speicherparenchym ist davon erfüllt. Gleich unter der Epidermis beginnt sie, wenn auch spärlich, dann verdunkelt sich das Gesichtsfeld bis an den Leitungszylinder. Jenseits desselben setzt die Stärke wieder mit voller Macht ein, um in einiger Entfernung eine ungleich losere Verteilung anzunehmen. Stärkeeinschlüsse gehören überhaupt zu den häufigen Erscheinungen. Das Markgewebe ist immer kräftig entwickelt. Physiologisch wird es in der gleichen Richtung beansprucht wie die Rinde und stellt mithin den inneren Wasserspeicher dar. Die Zellmembranen sind daher sehr zart, der Gewebszusammenhang beinahe extrem schwammig, das Volumen der Zellen so groß, daß das Mark die größten Stammelemente überhaupt

liefert. Eine dem Leitungssystem unmittelbar benachbarte Zone führt oftmals kleinere Zellen, die als Leitparenchym tätig sind.

Mechanisches System.

Die Bastfasern bilden entweder an der Außenseite der Gefäßbündel Beläge oder treten als isolierte Fasern auf, die bald in der Rinde, bald in der Rinde und im Marke liegen. Außerdem werden bei einigen Arten die Bastbündel durch kleine Zellen mit verdickten Wänden und radial zusammengepreßtem Lumen zu einem vollständigen Ringe verbunden.

Den Begriff des Perizykels verdanken wir in seiner spezifisch mechanischen Bedeutung Gaucher (**5.** 183). Er bezeichnet damit die zu Strängen vereinigten, im Perizykel der Anatomen, also in dem außen um den Gefäßbündelkreis ziehenden Bezirk gelegenen Bastfaserkomplexe. Hinsichtlich ihrer Entstehung folge ich Gaucher. Frühzeitig — Pax betont (**9.** 397), daß die Bildung des Bastes auf das erste Jahr beschränkt bleibt — sondert sich das über dem Xylem lagernde noch primordiale Gewebe in zwei Teile (**5.**), aus deren innerem das Phloem hervorgeht, während der äußere den Mutterboden für den Perizykel abgibt.

Nach dem Vorgange Costantins und Gallauds (**2.** 291) kenne ich zwei Arten von Perizykel — der Kürze halber bezeichne ich sie in der Folge mit I und II —, die sich leicht unterscheiden lassen. I wurde von ihnen zu systematischen Festsetzungen verwandt, worauf später eingehender zurückzukommen sein wird. Gaucher verfügte für seine Bearbeitung der *Euphorbiaceen,* besonders der sukkulenten, über keine wasserspeichernden Formen mit Perizykel I. Somit ist es verständlich, daß er für die Fasern dieser Vertreter nur mittelmäßige Wandstärke angeben konnte. Im Gegensatz dazu sind die hier zuerst betrachteten Festigkeitselemente, die übrigens mit den einzeln verlaufenden Bastfasern fast vollkommen in ihren

Eigenschaften übereinstimmen, stets so stark verdickt, daß ihr Lumen sehr eng erscheint. Ihr Querschnittsbild ist durchweg rundlich oder durch gegenseitige Berührung und Pressung ein wenig polygonal, dabei isodiametrisch. Die Wand wird von 6—8 oder mehr deutlich sichtbaren Schichten gebildet; Tüpfel sah ich niemals. Die äußerste Lamelle der Membran ist schwach verholzt, und hierin läßt sich ein kleiner Gegensatz zwischen Perizykel und isolierten Fasern feststellen, insofern die Verholzung beim Perizykel deutlicher hervortritt. Die folgenden Schichten bestehen aus Zellulose (5. 185). Der Perizykel ist entweder das einzige mechanische Element *(E. Bolusiana, larica, melanosticta, Rossiana, Schimperi* u. a.*)*, oder es finden sich daneben noch Einzelfasern. Bei *E. Laro* und *Tirucalli* treten sie nur im äußeren Rindenmantel auf, bei *E. arbuscula* und *xylophylloides* auch noch im Mark.

Einen Übergang zum Perizykel II vermitteln *E. aphylla* und *mauritanica*. Ihre Bastfasern sind weniger verdickt, daher weitlumiger, der Durchmesser größer (bis 30μ); Schichtung ist noch wahrzunehmen.

Die volle Ausgestaltung des Stereoms im Sinne des Perizykels II vollendet sich bei einigen Arten der Sektion *Diacanthium (E. Bojeri, grandidens, pseudocactus, trigona)* und bei der einer anderen Sektion zugehörigen *E. Hystrix.* Mit dem Perizykel I stimmen diese Stränge in der Lage überein. Auch in der chemischen Beschaffenheit zeigen sie sich mit ihm verwandt. Sonst aber walten nur Unterschiede. Das Lumen ist immer weit, die Wand mittelmäßig dick und ohne Schichtung.

Für sämtliche Bastfasern muß die vertikale Streichrichtung betont werden, wenn auch nicht übersehen werden darf, daß kleinere Abweichungen, vorzüglich bei den Einzelfasern, mitunter vorkommen.

Die weitaus überwiegende Mehrzahl aller sukkulenten *Euphorbien* besitzt überhaupt keine Bastfasern (5. 186). Darunter hat jedoch die Festigkeit nicht zu leiden; sie breuht auf dem Turgor der im Wasserspeicher liegenden

Zellen (5. 186). Später, wenn die mechanische Beanspruchung größer wird, geht die festigende Funktion auf den sekundären Holzkörper über.

Leitungssystem.

Die Gefäßbündel der sukkulenten *Euphorbien* sind kollateral gebaut (**13.** 11.) und je nach dem morphologischen Verhalten ihrer Besitzer sehr stark reduziert oder in ihren Dimensionen von den sonst bei den *Dikotyledonen* herrschenden Größenverhältnissen unwesentlich abweichend. Die zwei Grundtypen der *Euphorbien*gestalt konnten wir schon bei dem Spaltöffnungsapparat als einen Faktor erkennen, der für die Differenzierung des Apparates von einschneidender Bedeutung war. Hier kehrt seine Wirkung wieder. Der dickfleischige *kaktus*ähnliche Habitus hat, wie Gaucher (5. 181), den Zusammenhang zwischen der Ausbildung des Leitungssystems und der äußeren Form betonend, sich ausläßt, tiefe Veränderungen in der Struktur ihrer Gefäßbündel im Gefolge. Die Leitstränge sind weit auseinander gerückt, dazwischen liegen breite primäre Markstrahlen aus zartwandigem Speicherparenchym. Die Reduktion der Leitbündel ergreift das Xylem und Phloem, doch ist sie bei letzterem wegen der Zartheit und Kleinheit der Bestandteile meist auffälliger. Am spärlichsten wurde das Leitungssystem bei *E. antiquorum* angetroffen, ferner bei *E. caput Medusae*, *virosa, resinifera, pugniformis* u. a. Beim zweiten Typus sind die Gefäßbündel weniger reduziert. Dementsprechend ist das Massenverhältnis zwischen Leitungssystem und dem gesamten übrigen Sproßgewebe nicht so stark zu ungunsten des ersteren verschoben; denn sonst wäre vom Leitungssystem überhaupt nichts zu sehen.

Für die Anordnung der Gefäßbündel ist der Stammkontur normgebend. Bei rundlichem Umriß stehen sie an der Peripherie eines Kreises, flache Form preßt den Ring zusammen, flügelartige Ausbildung veranlaßt ein parallel

verlaufendes Vorspringen; besonders bei *E. pteroneura* spiegelt sich die kleinste Änderung der äußeren Gestalt im Grundriß des Leitungssystems getreulich wieder. Das Xylem ist vom Phloem durch ein schwaches, 2 oder 3 Zellagen breites Kambium geschieden und besitzt schlanke oder gedrungene Keilform. Als Elemente kommen vorzüglich Gefäße und Tracheiden in Frage. Bei zahlreichen Arten, den extremen Vertretern der *kaktus*ähnlichen *Euphorbien,* setzt sich das Xylem fast einzig und allein aus wenigen Gefäßen und Tracheiden zusammen, unter äußerst mäßiger Beteiligung von Holzparenchym. Diese Formen und ihre Verwandten sowie Mitglieder des zweiten morphologischen Typs, dessen Holzparenchym übrigens reicher entwickelt ist, zeigen meist die besondere, gleichzeitig charakteristische Anordnung der Gefäße und Tracheiden zu radialen Reihen, die in der Einzahl, Zweizahl oder zu mehreren $\pm$ weit gegen das Mark einspringen.

Das Lumen der beiden Elementarorgane der Wasserleitung überschreitet nicht die Grenzen mäßiger Breite. Wenn weitlumigere Glieder auftreten, gehören sie dem Sekundärgewebe an. Es ist also nicht unrichtig, die Weite der Gefäße, gemeint sind die sekundären, zum Teil von dem mit zunehmendem Alter steigenden Volumen des Stammes abhängig zu machen. Die Aussteifung wird von Verdickungsbändern, die in engerer oder lockererer Spirale gewunden sind, gebildet. Auch Ringgefäße mit sehr dehnsamer Membran ließen sich vereinzelt finden. Die Perforation der Gefäße ist immer einfach (**11**).

Das primäre Holzparenchym ist meist zartwandig und verdickt sich höchstens bei Arten, deren primäre Bündel bereits verdickte Elemente tragen.

Im Dienste der Leitfunktion steht das innerhalb des Kambiumringes liegende Umhüllungsgewebe des Xylems, gebildet von zartwandigen parenchymatischen Markzellen, die als Anpassung an ihre Aufgabe im Vertikalsinne gestreckt sind.

Die Dimensionen des Phloems sind viel geringer als beim

Xylem; die Querschnittsansicht ist oval oder ± viereckig. Es überlagert einfach, zuweilen kappenförmig das Xylem. An den Siebröhren mit den Geleitzellen sind, wenn man von den einem Phloem ohnehin zukommenden Bauverhältnissen absieht, sonstige Strukturbesonderheiten nicht nachweisbar. Im Gegensatz zu den Xylemelementen ist ihr Lumen immer sehr eng. In den Bereich des primären Leitgewebes müssen auch noch Eigentümlichkeiten gezogen werden, die nur wenigen sukkulenten *Euphorbien* abgehen, hier vielleicht nur übersehen sein könnten, nämlich rindenständige Gefäßbündel (**5. 11. 13.**). Zwar mögen diese Leitstränge primär Blattspurstränge darstellen, die zu einer Zeit notwendig waren, als die *Euphorbien* noch Laubblätter trugen; ihr Verlauf spricht entschieden für diese Annahme. Als aber die Laubblätter verloren gingen, gewannen jene eine selbständigere Stellung. Da sie gleichzeitig keineswegs etwa schwächer sind als die normalen Bündel, dürften sie im Leben der Pflanze noch von Bedeutung sein. Die Arten mit rindenständigen Bündeln werden nicht einzeln aufgezählt, da sie die Mehrzahl aller Formen bilden. Merkwürdig ist nur die regelmäßige Anordnung dieser Organe bei *E. Rossiana*. Der Stamm springt auf dem Querschnitt in lappenförmigen Flügeln vor, jeder mit einem Rindenbündel, das sich stets kräftiger als die normalen, im Kreisverband stehenden Leitstränge entwickelt; so ist z. B. die Zahl der Gefäßreihen größer.

Die baum- und strauchartigen *Dikotyledonen* beginnen bekanntlich nach beendetem Längenwachstum und vollzogener Ausbildung der Dauergewebe (**7.** 589) ihrer Organe damit, Sekundärholz zu schaffen. Bei den sukkulenten *Euphorbien* hingegen erfolgt eine derartige Tätigkeit viel später, und hierin stehen ihre beiden Hauptformen auf demselben Boden. Betrachtet man sie aber losgelöst vom Zusammenhang mit den andern *Dikotyledonen,* so zeigt sich, daß die *Cactuseuphorbien* den Zeitpunkt der Bildung sekundären Holzes erheblich später ansetzen. Sie befinden sich daher noch in den ursprünglichen Verhältnissen, wenn

die Arten des andern Formkreises längst darüber hinaus sind. Zu guter Letzt aber erzwingt die stetig vermehrte mechanische Belastung doch den Verdickungsring, zwischen den einzelnen, sehr weit auseinander liegenden Gefäßbündeln Brücken zu schlagen und einen festen Holzzylinder aufzubauen. Bei *E. Nyassae* und *polyacantha* zerfällt der Holzkörper in 2 oder 4 durch zartes Speicherparenchym getrennte Teile, was deshalb auffallen muß, weil der Holzkörper bereits große Mächtigkeit erlangt hat. Sekundärholz besaßen *E. Nivulia, Tirucalli, Laro, polyacantha, grandidens, venenifica, mauritanica, Pimeleodendron, glochidiata, larica, Rossiana, heterochroma, Schinzii, Nyassae, Bolusiana, drupifera.*

Von Bestandteilen des Sekundärholzes ist eine beschränkte Zahl meist weiterer Spiralgefäße zu merken, die Hauptmasse jedoch bildet das Holzprosenchym und Holzparenchym, die beide entweder dickwandig sind (hauptsächlich *Tirucalli*formen, auch *E. Nivulia* und *glochidiata*) oder dünnwandig bleiben, selbst bei starker Holzproduktion (z. B. *E. venenifica*). Das Holzprosenchym erfährt sehr oft, wenn nicht immer, eine weitgehende Querteilung; die Tüpfel sind stets einfach spaltenförmig oder rundlich.

Kommt eine gewisse Anordnung der Holzelemente zustande (*E. Bolusiana, glochidiata, Nivulia* u. a.), so sind die Markstrahlen dafür verantwortlich zu machen. Im übrigen durchdringen sie mit ihren radial gestreckten Zellen stets den Holzkörper in seiner Gesamtbreite, sind dünnwandig, wenn die andern Bestandteile es sind, oder wenig verdickt und getüpfelt, wenn die andern Elemente stark verdickt sind. Markstrahlen, Holzparenchym und Holzprosenchym sind Ablagerungsstätten für Reservestärke.

Außergewöhnliche Festigkeit erlangt das gesamte innere Gewebe bei *E. Nivulia, larica* und *Bolusiana.* Ihr Mark ist durch und durch verholzt, zartwandiges Parenchym tritt überhaupt nicht mehr auf. Somit erweist sich Gauchers Verallgemeinerung, Hartholz fehle im Mark von *Euphorbia*, als unzutreffend. Die Markzellen sind im Querschnitt

quadratisch oder unregelmäßig polygonal. Auf dem Längsschnitt liegt der größte Durchmesser in der Vertikalen. Alle Wände sind mit einfachen Tüpfeln ziemlich dicht besetzt.

Milchröhren.

Die Milchröhren durchdringen unsere Pflanzen in allen ihren Teilen (5. 2031). Daraus, sowie aus dem bemerkenswerten Umstande, daß der Grund zum Milchröhrensystem, wie eingehendere Studien dartun, bereits in allerfrühester Jugend gelegt wird, mag ihre Wichtigkeit erhellen. Hinsichtlich ihrer Bedeutung im Haushalte der Pflanzen liegen zahlreiche, über das Maß des Gewöhnlichen hinausgehende Abhandlungen vor (5. 7. 8.). Daneben haben auch die histologischen Verhältnisse schon so weit Bearbeitung gefunden, daß wenige Bemerkungen genügen. Als bekannte Charaktere erwähne ich die streng durchgeführte Einzelligkeit, das völlige Fehlen einer Gliederung. Der Querschnitt ist stets kreisförmig mit wechselndem Durchmesser. Die größte Weite findet sich bei *E. venenifica* mit 108 μ, *E. melanosticta* mit 105 μ; es folgen *E. glochidiata*, *polyacantha* mit 91 μ, *E. Hystrix* und *E. Thi* mit 89 μ. Je nach der Wandverdickung (7. 308) ist das Lumen größer oder kleiner. Die stärkste Wand weisen *E. venenifica* und *Thi* auf (35 μ). Der Volumenzunahme der Wand geht eine ± deutliche Schichtung parallel. Chemisch sind die Röhren reine Zellulose. Tüpfelung wurde in keinem einzigen Falle bemerkt.

Vom Hauptröhrensystem gehen Nebenröhren nach allen Richtungen ab (5. 231), so daß ihre Spuren in der Rinde bis unter die Epidermis und auch im Marke allenthalben zu verfolgen sind; eine Ausnahme machen jene Arten, deren Mark, vollständig verholzt, ihnen keinen Raum gewährt. In das Phloem hinein dringen keine Abzweigungen, wohl aber benutzen sie, solange die primären Bündel einen zartzelligen Zwischenraum zwischen sich freilassen, diesen als bequeme Brücke, um ins Mark überzusetzen. Hat der Verdickungsring später einen ununterbrochenen Zusammen-

fluß des Holzes oder die Bildung mehrerer noch getrennter Massivs veranlaßt, dann bleiben trotzdem die primären Wege der Milchröhren unangetastet. Auf dem Längsschnitt erweckt dies den Eindruck, als ob die Milchkanäle sich durch das Holz hindurchzwängten. Als Eigenschaften der Nebenröhren kommen in Betracht eine geringere Weite, die mit steigender Entfernung vom Orte der Hauptentwicklung zurückgeht, und dünnere, wenn auch im Verhältnis zum Gesamtdurchmesser gleich bleibende Wände.

Auf merkwürdige Lagebeziehungen zwischen Milchröhren und stärkereichen Zellen hat Gaucher hingewiesen (5. 232). Wie ein Mantel umhüllen die Zellen, zu vertikalen Zügen vereint und von den benachbarten Parenchymzellen neben großem Stärkereichtum durch minderwertige gestaltliche Veränderungen unterschieden, die Milchröhren. Bei seiner Auffassung, die eine physiologische Bedeutung des Milchsaftes betont, erkennt er in dieser bisher noch nicht eindeutig erklärten intimen Lagebeziehung eine natürliche Bestätigung seiner Ansicht. Wie ich im Verlaufe des speziellen Teiles angeführt habe, ist es mir oft gelungen, die genannten Beziehungen zwischen stärkeführenden Zellzügen und Milchröhren zu bestätigen. In der Frage nach der Bedeutung des Milchsaftes findet man bei Kniep und Haberlandt alles Wissenswerte. Auch von den chemischen Eigenschaften des Milchsaftes wird dort ausführlich berichtet. Die im Milchsaft suspendierten Stärkestäbchen besitzen immer die charakteristische Hantelform. Ihre Größe ist einigen, immerhin unbedeutenden Schwankungen unterworfen.

Kurzgefaßte anatomische Charaktere der sukkulenten *Euphorbien*.

Die Epidermis ist einschichtig, ihre Zellen sind flach oder quadratisch bis höher als breit. Außenwand eben oder vorgewölbt, mitunter spitzwinklig vorspringend; Papillen-

bildung bei *E. pteroneura,* kurze einzellige, einfache Haare nur bei *E. Rossiana.* Dicke der Außenwand im Höchstfalle die Hälfte des radialen Durchmessers erreichend. Cuticula immer deutlich. Meist herrscht in der Außenwand Cutin vor, und nur sehr selten werden die Zelluloseschichten, mächtiger als die Cutinlamelle. Seitenwände gerade, normal oder verdickt, aus Cutin oder Zellulose oder aus beiden Substanzen vereint zusammengesetzt. Innenwand stets zart. Im Flächenschnitt Epidermiszellen unregelmäßig polygonal, mit geraden Seitenwänden, ± isodiametrisch und ohne besondere Anordnung (ausgenommen *E. Tirucalli* und *Laro*). Zwergzellen fehlen nur wenigen Arten, Wachsabscheidung aber kommt wahrscheinlich allen zu.

Der Kork entsteht durch Teilung aus der unmittelbar auf die Epidermis folgenden Zellreihe. Feste Einschlüsse wurden stets vermißt.

Der immer kräftig entwickelte Rindenmantel ist das Produkt eines Folgemeristems, das topographisch mit dem Phellogen zusammenfällt. Mehrere Vertreter der Sektion *Tirucalli* mit typischem Palisadenparenchym; am vollkommensten bei *aphylla,* dann bei *mauritanica, Schimperi, Tirucalli* und *Laro.* Der Chlorophyllgehalt nimmt von der Peripherie nach der Mitte stetig ab, nur bei *aphylla* trennt sich eine Chlorophyllzone scharf von dem darunter liegenden Schwammgewebe. Rindenzellen der meisten Formen anfangs radial gestreckt und zu radialen Reihen angeordnet, oder isodiametrisch, in der Mitte rundlicher, voluminöser, schwammiger, gegen das Leitungssystem hin wieder kleiner werdend. Im Mark, das wie die Rinde Wasser speichert, die größten Zellen überhaupt. Kristallkörper, ausgenommen etwa erst durch Alkohol niedergeschlagene kristallisierte Massen, treten nie in der Rinde auf, ebenso ist die Rinde durch das beständige Fehlen von Gerbstoff gekennzeichnet. Das Gleiche gilt ausnahmslos vom Markparenchym.

Die Spaltöffnungen, durchschnittlich von nur 2 Nebenzellen umrahmt, eingesenkt unter Beteiligung der Epidermiszellen bei *E. Tirucalli* und einigen Verwandten; bloß die

Schließzellen sind versenkt gleichfalls bei mehreren Verwandten von *E. Tirucalli* und sämtlichen *Diacanthium*; ein wenig über das Niveau der Epidermis emporgehoben sind die Spaltöffnungen bei den *Cactuseuphorbien* ohne *Diacanthium*. Querschnittsbild der Atemöffnungen immer ellipsoid, die Verdickungsleisten deutlich, ± zahnartig in den Spalt vorspringend. Innere Atemhöhle oft geräumig.

Richtung der Spalte parallel zur Stammachse oder nur wenig abweichend bei fast allen *Tirucalli*arten, geneigter bis senkrecht bei den kaktusähnlichen *Euphorbien* und *E. alcicornis* und *xylophylloides*. Zahl der Spaltöffnungen ziemlich spärlich, im Höchstfalle 70—80, im Mindestfalle bloß 5 auf 1 qmm.

Mechanische Einrichtungen liegen bereits im peripherischen Teile des Assimilations- und Speichersystems, z. B. bei *E. splendens* und *Bojeri* eine typische kollenchymatische Zone mit rundlichen Zellen; bei *E. schizacantha* sind die radial gestreckten Speicherzellen ± verdickt. Bastfasern von beschränktem Vorkommen. Sie treten zum Perizykel I und II zusammen, ersterer für *E. Tirucalli* und einige Verwandte, letzterer für *Diacanthium* und die anderen *Cactuseuphorbien* bezeichnend. Zwischen I und II vermitteln *E. mauritanica*, *Schimperi* u. a. Daneben können noch isolierte Bastfasern die Rinde oder die Rinde und das Mark durchziehen. In den Sekt. *Diacanthium, Meduseae* u. a. fehlen die isolierten Bastfasern vollständig. Die Mehrzahl aller sukkulenten *Euphorbien* besitzt überhaupt keine mechanischen Fasern.

Gefäßbündel offen und kollateral. Stark reduziert bei den *Cactuseuphorbien*, bei den anderen mächtiger. Als Bestandteile kommen in Betracht Gefäße und Tracheiden mit spiraliger oder ringförmiger Aussteifung; beide Formelemente gewöhnlich zu radialen Reihen von beschränkter Anzahl angeordnet. Gefäßdurchbrechungen einfach. Holzprosenchym und Holzparenchym in größerer oder geringerer Menge, zart oder verdickt und dann auf allen Wänden einfach spaltenförmig getüpfelt. Rindenständige Gefäß-

bündel möglicherweise bei allen sukkulenten *Euphorbien*. Es sind Blattspurstränge, die sich trotz der Aphyllie erhalten haben. Holz wird im Gegensatz zu den andern *Dikotyledonen* erst spät gebildet, bei den *Cactuseuphorbien* wieder später als bei dem andern morphologischen Typus. Hauptbestandteil des Sekundärholzes ist quergeteiltes Prosenchym, oft sehr stark verdickt und getüpfelt. Libriformfasern treten bei keiner einzigen Art auf. Durch die einreihigen, aus radial gestreckten Zellen bestehenden Markstrahlen wird manchmal eine gewisse Einteilung des Holzes hervorgerufen. Sie sind, wenn ihre Membran kollenchymatisch ausgebildet ist, getüpfelt. *E. Nivulia, larica, Bolusiana* besitzen ein durch und durch verholztes Mark.

Milchröhren von stets rundem Querschnitt, oft mit so starker Wand, daß das Lumen sehr eingeengt ist, oder auch so zart, daß die Röhren auf dem Querschnitt kaum zu entdecken sind. Die Hauptentwicklung fällt in den Perizykel der Anatomen, von da ziehen Abzweigungen, mit der Entfernung dünner und dünner werdend, in die Rinde und ins Mark.

Stärke vorzüglich in der Rinde, doch auch im Mark. Interessante Lagebeziehungen zwischen Milchröhren und stärkeführenden Zellreihen. Im Holze speichern das Holzparenchym und Holzprosenchym sowie die Markstrahlen Reservestärke.

Spezieller Teil.

---

1. *E. alcicornis* Bak. (Lebendes Material).

a) Epidermis (**13.** 26, **2.** 289). Zellen flach bis schwach vorgewölbt, der tangentiale Durchmesser 40 μ, der radiale ungefähr 25 μ. Außenwand ziemlich stark, etwa ein Viertel des tangentialen Durchmessers; Cuticula deutlich, Cutinschichten scharf von der Zellulose abgesetzt, gegen 7 μ dick. Seiten- und Innenwände reine Zellulose. Im Flächenschnitt Zellen unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden. Zwergzellen (**13.** 39) von verschiedener, doch stets unbedeutender Größe in der Epidermis wie im Rindengewebe, wenn auch hier gewöhnlich an die Epidermisnähe gebunden.

b) Das Assimilations- und Speichersystem nimmt seine Entstehung aus der ersten subepidermalen Zellschicht. Die äußeren Zellen des Wasserspeichers sind kleiner als die mittleren, von rundlichem Aussehen und zartwandig. In der Nachbarschaft der Leitbündel wird ihr Volumen nicht geringer. Im Dienste der Assimilation stehen die epidermisnah reichlich entwickelten Chlorophyllkörner; einwärts spärlicher, verschwinden sie am Bündelringe ganz. Der gleichfalls als Wasserspeicher arbeitende Markzylinder zeigt mit Ausnahme des Chlorophyllgehaltes dieselbe Ausbildung wie die Rinde, nur liegen im Mark die größten Zellen.

c) Die Spaltöffnungen sind als Ganzes betrachtet nicht eingesenkt, die Schließzellen hingegen an den dieselben bogenförmig umfassenden Nebenzellen ein wenig herabgerückt. Dadurch kommt eine kurze äußere Atemhöhle zustande. Vorhof- und Hinterhofleisten der Schließzellen deutlich und

schwach zipfelförmig gegen den Spalt vorspringend. Längsdurchmesser des Apparates 51 μ, Querdurchmesser 45 μ. Die Spaltrichtung quer zur Stammachse, doch nicht konstant. Zahl der Stomata 32 auf 1 qmm.

d) Mechanisches System. Perizykel (5. 183) vorhanden. In allernächster Nähe des Phloems liegen Zellen, die sich von den Speicherzellen und den Milchröhren durch kleineres Lumen und schwach kollenchymatische Membran unterscheiden.

e) Leitungssystem. Die Gefäßbündel bilden kein sekundäres Holz, sondern stehen einzeln an der Peripherie eines Kreises. Das Xylem mit nur wenigen, zu radialen Reihen zusammengestellten Spiralgefäßen und Spiraltracheiden, die größten 28 μ breit; andere Elemente fehlen. Phloem ohne besonders bemerkenswerte Verhältnisse. Rindenständige Gefäßbündel nicht selten.

f) Milchröhren. Die größten Röhren, 45 μ dick, mit 7 μ starker Wand, sind über den einzelnen Phloemsträngen zu Gruppen vereinigt und schicken Abzweigungen nach der Rinde und ins Mark; ihr Lumen wird mit steigender Entfernung vom Entwicklungszentrum kleiner.

2. *E. antiquorum* L. (Manipur, Meebold n. 6228).

a) Epidermis. Zellen flach, isodiametrisch oder radial weiter als tangential. Ein Größenbeispiel: 20 × 25 μ. Über der deutlichen Cuticula hier und da Wachskörnchen, die bei der lebenden Pflanze vielleicht die ganze Oberfläche als ununterbrochene Decke überziehen, wie bei anderen Arten mitunter beobachtet. Außenwand 6 μ dick, durch und durch aus Cutin; ungefähr Gleiches gilt von den Seitenwänden. Hier wird erst in der Nähe der Innenwand Zellulose sichtbar, Innenwand selbst ohne Cutin. In der Flächenansicht Oberhautzellen unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden.

b) Das mächtig entwickelte Assimilations- und Speichergewebe geht aus der ersten subepidermalen

Zellreihe hervor. Im äußeren Rindenbezirk ordnen sich die Zellen zu radialen Reihen mit gleichzeitiger radialer Streckung der einzelnen Elemente. Weiter innen werden sie von rundlichen, voluminöseren, schwammartigen Zellen abgelöst. Radiale Streckung und Reihenbildung der Rindenzellen und von außen nach innen langsam abnehmender Chlorophyllgehalt sind die Kennzeichen assimilatorischer Funktion.

c) Spaltöffnungen. Die Schließzellen rücken an der Innenseite der Nebenzellen hinab. Letztere umgreifen bogig die radial gestreckten Schließzellen. Vorhof- und Hinterhofleiste gut sichtbar, jedoch nur schwach zipfelförmig gegen den Spalt vorspringend. Richtung der Stomata bald quer bald weniger geneigt, in einzelnen Fällen sogar parallel der Stammachse. Zahl der Spaltöffnungen 52 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System nicht einmal angedeutet.

e) Die unscheinbaren, kleinzelligen Gefäßbündel stehen an der Peripherie eines Kreises und werden durch breite Streifen aus Speichergewebe von einander getrennt. Xylem aus wenigen zu Reihen verbundenen engen Spiralgefäßen und Spiraltracheiden zusammengesetzt. Phloem ohne spezifische Eigentümlichkeiten. Das den Bündeln benachbarte zarte Gewebe ist ein wenig im Sinne eines Leitparenchyms modifiziert. Kein Sekundärholz. Rindenständige Bündel.

f) Milchröhren. Große Milchröhren einzeln oder in kleinen Gruppen in breiter Zone um den Leitungszylinder. Durchmesser 63 μ, Wandstärke 14 μ; kleinere Röhren, sowohl in den übrigen Rindenbezirken wie im Mark bemerkbar, sind als Abzweigungen der Hauptröhren aufzufassen.

3. *E. aphylla* Brouss. (Lebendes Material).

a) Epidermis (**13.** 23). Zellen ein wenig vorgewölbt. Tangentialer Durchmesser 39 μ, radialer 25 μ. Außenwand ziemlich stark, etwa 1/5 des radialen Durchmessers der Zelle, mit der dicksten Stelle in der Mitte. In der chemischen Zusammensetzung beteiligen sich die Cutinschichten, die nebenbei ein wenig auf die Seitenwände übergreifen, zu

$^{4}/_{5}$ an der Bildung der Außenwand, $^{1}/_{5}$ sowie die Seiten- und Innenwände sind Zellulose. Über der Cuticula ein dünner Wachsbelag. Zwergzellen ziemlich zahlreich, nur im Bereich der Epidermis und der ersten subepidermalen Schicht.

b) *E. aphylla* ist unter allen sukkulenten *Euphorbien* die einzige, bei der zwischen Assimilations- und Speichersystem streng geschieden ist. Die assimilierenden Zellen, in 3 oder mehr Schichten angeordnet, sind radial gestreckt, oft 3mal länger als breit, sehr zartwandig und schließen eng zusammen, so daß Interzellularen nicht sichtbar sind. Außerdem ist das Chlorophyll fast vollkommen auf sie beschränkt. Daher ist die Grenze zwischen Assimilations- und Speichersystem scharf, eine Erscheinung, die auf dem Radialschnitt noch deutlicher wird, da hier die Wasserzellen senkrecht zu den Chlorophyllelementen gestreckt sind. Im Mark, das gleichfalls Wasser speichert, liegen die größten Zellen.

c) Spaltöffnungen. Unter Beteiligung der Epidermis ist der ganze Apparat eingesenkt. Schließzellen durch ein deutliches Hautgelenk mit den Nebenzellen verbunden, isodiametrisch bis ellipsoidisch; größter Durchmesser, senkrecht zur Oberfläche. Vordere Verdickungsleiste mit ziemlich großem, zahnartigen Vorsprunge, Hinterhofleiste nur mit der Andeutung eines Zahnes. Die Nebenzellen umgreifen die Schließzellen bogenförmig und tragen sie im oberen Drittel. Innere Atemhöhle geräumig. Richtung der Spaltöffnungen parallel zur Stammachse; 44 auf 1 qmm.

d) Mechanisches System. Vor jedem Gefäßbündel liegt in der Regel eine Gruppe von Sklerenchymfasern; ihr Lumen relativ beträchtlich, ihre Wand mäßig dick.

e) Gefäßbündel isoliert, daher kein Sekundärholz. Phloem sehr spärlich, Xylem reichlicher. Dieses aus wenigen, radiale Reihen bildenden engspiraligen Gefäßen und Tracheiden zusammengesetzt, daneben in größerer Menge vielfach quergeteiltes Holzprosenchym mit einfachen Tüpfeln. Im Phloem Siebröhren bisweilen sehr gut sichtbar. Rindenständige Bündel stets zu beobachten.

f) Die Hauptentwicklung der Milchröhren fällt in den dem Phloem benachbarten Rindenbezirk. Vor den nach der Rinde und ins Mark ausgesandten seitlichen Abzweigungen treten sie durch Lumengröße und Zahl hervor. Durchmesser großer Röhren 60 μ, Wand 4 μ.

g) Reservestärke. Rinde reich an ovalen Stärkekörnchen. Besonders die Milchröhren oft von stärkeerfüllten Zellzügen begleitet, im Quer- und Längsschnitt ein charakteristisches Bild.

4. ***E. arbuscula*** Balf. (Socotra, Schweinfurth n. 525).

a) Epidermis. Zellen senkrecht zur Oberfläche gestreckt, 20×25 μ groß. Außenwand beinahe spitzwinklig vorgewölbt, 5 μ stark; die Verdickung geht auf die Seitenwände über, die nur in der Nähe der Innenwand Zellulosereaktion geben. Sonst sind Außenwand und Seitenwände völlig aus Cutin aufgebaut. Die Zwergzellen im Bereich der Epidermis und der nächsten Zellschichten nicht selten.

b) Das Assimilations- und Speichersystem nimmt aus der zweiten Zellreihe seine Entstehung. Zellen zunächst radial ein wenig gestreckt und radial aneinander gereiht, bald rundlicher und voluminöser werdend, endlich gegen das Leitungssystem hin wieder kleiner. Das Chlorophyll, am reichsten in der äußeren Rindenzone, verliert sich, allmählich dünner werdend, erst am Gefäßring. Im Mark die größten Zellen.

c) Spaltöffnungen eingesenkt, hauptsächlich infolge der Beteiligung der Epidermis, die Schließzellen nur ganz unbedeutend an den Nebenzellen hinabsteigend. Ihr Querschnittsbild isodiametrisch bis ellipsoid. Auf der dem Spalt abgewandten Seite werden sie von den radial doppelt so großen Nebenzellen bogig umfaßt. Vorhof- und Hinterhofleiste beinahe von gleicher Dicke wie die Epidermisaußenwand; nur der vordere Zahn deutlich, der hintere eben angedeutet. Innere Atemhöhle geräumig. Die Spaltöffnungen liegen parallel zur Stammachse. Ihre Zahl beträgt 48 auf 1 qmm.

d) Das mechanische System tritt in zwei Formen auf. Einmal lehnen sich die mechanischen Fasern, zu dicken Paketen zusammengedrängt, als Perizykel eng an die Außenseite des Phloems, dann aber durchziehen sie auch einzeln die Rinde und das Mark; ihr Lumen ist klein, ihre Wand stark.

e) Leitungssystem. Kein sekundäres Holz. Xylem und Phloem relativ reichlich. Beide vereint bilden einen kompakten tangential etwas gedehnten, daher abgeplatteten Körper. Größere Gefäße fehlen fast vollkommen. Vorzüglich kollenchymatisch verdicktes, quer geteiltes Holzprosenchym und kleinkalibrige Spiralgefäße.

f) Milchröhren. Weite Röhren einzeln an der Außenseite des Perizykels. Kleinere, Rinde und Mark durchsetzende, sind die Abzweigungen der größeren.

5. ***E. Bolusiana*** Schlecht. (Capland, Schlechter n. 11047).

a) Epidermis. Zellen parallel der Oberfläche gedehnt, schwach gewölbt bis eben. Längsdurchmesser 25 μ, Querdurchmesser 20 μ. Außenwand 10 μ dick. Cuticula deutlich. Das Cutin durchsetzt die Außenwand vollständig und greift auch keilförmig auf die verdickten Seitenwände über. Innenwand cutinfrei. Zwergzellen nicht selten. Auf der Epidermis lagern mitunter bis 14 μ dicke Massen von Wachs. In der Nähe der Stomata wird die Decke zur Sicherung der Transpiration von rundlichen Öffnungen durchbohrt. Im Flächenschnitt sind die Epidermiszellen unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden.

b) Assimilations- und Speichersystem. Das der Bildung der Rinde dienende Sekundärmeristem ist sehr gut charakterisiert. Speicherzellen in Anpassung an die Assimilationstätigkeit ± radial gestreckt, eng aneinander schließend, weiter innen rundlich und locker. Der Chlorophyllgehalt nimmt von außen nach innen mehr und mehr ab, bis er am Bündelzylinder verschwindet. Das Mark kann erst beim Leitungssystem besprochen werden, da es eine besondere Ausbildung zeigt.

c) Die Spaltöffnungen sind infolge tiefen Hinabrückens der Schließzellen mit einer äußeren Atemhöhle ausgestattet. Vor- und Hinterhof durch die zipfelförmig vorspringenden, sonst wie gewöhnlich gebauten Verdickungsleisten gekennzeichnet. Schließzellen isodiametrisch oder ellipsoid, ihr Lumen ziemlich eng. Höhe der Nebenzellen mindestens das Doppelte der Schließzellen. Die Verbindung zwischen beiden Bestandteilen des Atemapparates durch ein unverkennbares Hautgelenk bewerkstelligt. Die Spaltöffnungen liegen der Stammachse parallel. Ihre Zahl beträgt 72 auf 1 qmm.

d) Mechanisches System. Die Fasern sind nur zu Gruppen zusammengeordnet. Ihre Lage ist sehr bestimmt und vom Leitzylinder abhängig. Dieser bildet ein fast regelmäßiges Sechseck. Über jeder Seite und jeder Kante liegt ein Faserbündel. Ein Zusammenfluß der einzelnen Komplexe ist deswegen so gut wie ausgeschlossen, weil die Kanten des Zylinders einen ausspringenden Winkel, die Seiten aber eine nach innen gerichtete Vorwölbung besitzen, in die der Strang eingebettet ist. Lumen der Bastfasern fast = 0, Wand sehr dick.

e) Leitungssystem. Wie oben geschildert, ist die räumliche Anordnung des Leitungssystems sehr charakteristisch. Phloem verhältnismäßig ansehnlich. Das Sekundärholz ist eine kompakte Masse mit nur wenigen größeren Spiralgefäßen und Spiraltracheiden, dafür um so reicherem, stark verdicktem, oft quergeteiltem, einfach getüpfeltem Holzprosenchym und gleichfalls kollenchymatischem, einfach getüpfeltem Parenchym. Die beiden letztgenannten Gewebekategorien sind zu 2 Zellen breiten Sektoren vereinigt, zwischen welche sich stets Markstrahlen mit radial gestreckten, dünnwandigeren, immerhin einfach getüpfelten Zellen schieben. Die Festigkeit des Holzkörpers wird durch die eigenartige Ausbildung des Markgewebes bedeutend gesteigert. Während sonst das Mark stets Speicherzwecken dienstbar ist, überwiegt hier die mechanische Funktion. Deshalb sind alle Zellen verholzt. Ihre Gestalt ist parenchy-

matisch mit einem größten Durchmesser von 75 μ. Querwände wie radiale und tangentiale Wände einfach getüpfelt.

f) Die Milchröhren sind in ihrer Lage zum größten Teile an den Perizykel gebunden; Durchmesser 52 μ, Wand 7 μ. In den übrigen Bezirken des Assimilations- und Speichergewebes kommen sie nur vereinzelt vor und sind als Abzweigungen der Hauptröhren natürlich von kleinerem Durchmesser. Im Mark fand ich keine Spur von ihnen.

6. *E. virosa var. caerulescens* Haw. (Lebendes Material).

a) Epidermis. Zellen ± isodiametrisch, mitunter radial gestreckt, tangentialer Durchmesser 25—30 μ, radialer 30—39 μ. Außenwand eben, wenig verdickt, durchschnittlich 5—6 μ stark, durch und durch aus Cutin; Seiten- und Innenwände reine Zellulose. Zellen im Flächenschnitt unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden. Zwergzellen sehr zerstreut im Bereich der Epidermis und der ersten subepidermalen Zellage.

b) Der Entstehungsherd des kräftigen Assimilations- und Speichersystems liegt in der ersten Rindenschicht. Zellen rundlich, anfänglich klein, die mittleren größer, in der Nähe der Gefäßbündel wieder zurückgehend. Chlorophyll peripher am reichsten.

Das Mark, wie die Rinde Wasserreservoir, mit den größten Bausteinen überhaupt.

c) Der Spaltöffnungsapparat erhebt sich in gleicher Höhe wie die Epidermis. Die Schließzellen unbedeutend eingesenkt, von ellipsoider Gestalt, mit dem größten Durchmesser von 22 μ in radialer Richtung, von 14 μ in tangentialer. Vorhof- und Hinterhofleiste vorhanden, beide mit zipfelförmigem Vorsprung nach dem Spalt. Äußere Atemhöhle bei der geringen Einsenkung der Schließzellen unscheinbar, die innere hingegen bedeutend geräumiger, an ihrer tiefsten Stelle gegen 70 μ. Die Nebenzellen umgreifen die Schließzellen auf der vom Spalt abgekehrten Seite bogenförmig. Die Spaltöffnungen liegen meist senkrecht zur Stammachse. Ihre Zahl beträgt 24 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System ist nicht einmal angedeutet.

e) Die Gefäßbündel isoliert im Dikotyledonenkreis. Kein sekundäres Holz. Phloem und Xylem reduziert, letzteres mit einigen radial aneinander gereihten Spiralgefäßen und Spiraltracheiden. Andere Formelemente fehlen. Höchstens läßt sich noch eine im Sinne eines Leitparenchyms auftretende Modifikation des Markgewebes feststellen. Rindenständige Gefäßbündel nicht selten.

f) Milchröhren. Einzeln in unmittelbarer Nähe des Phloems, mit ins Mark und nach der Rinde abgehenden Seitenästen. Hauptröhren mit einem Durchmesser von 70 μ und einer Wandstärke von beinahe 10 μ.

7. *E. canariensis* L. (Lebendes Material).

a) Epidermis. (13. 28). Zellen tangential bisweilen ± isodiametrisch. Größerer Durchmesser 21 μ, kleinerer 16 μ. Außenwand eben, meist nur 4 μ dick, durch und durch aus Cutin, Seiten- und Innenwände hingegen aus reiner Zellulose aufgebaut. Zwergzellen ziemlich häufig. Über der Epidermis ein ansehnlicher Wachsüberzug. Zellen in der Flächenansicht unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden und ohne bestimmte Ordnung.

b) Das Assimilations- und Speichersystem nimmt seine Enstehung von der ersten subepidermalen Zellreihe. Äußere Speicherzellen in radialen Reihen, mittlere rundlich, schwammiger. Chlorophyllkörner außen am zahlreichsten, nach der Mitte des Stammes zu allmählich abnehmend. Die Markzellen sind die größten Elemente der Pflanze.

c) Spaltöffnungen. Schließzellen an den Nebenzellen ein wenig heruntergerückt, von ellipsoider Gestalt. Vorhof- und Hinterhofleiste, ebenso dick wie die Epidermisaußenwand, mit zipfelförmig gegen den Spalt einspringenden Zähnen. Nebenzellen $1^1/_2$ bis 2 mal höher als die Schließzellen. Das Hautgelenk ist deutlich sichtbar. Breite der beiden Schließzellen zusammen 24 μ, Höhe 24 μ, Nebenzellen

36 μ hoch. Spaltöffnungen senkrecht bis parallel zur Stammachse; Zahl auf 1 qmm höchstens 20.

d) Ein mechanisches System ist nicht entwickelt.

e) Leitungssystem. Kein Sekundärholz. Phloem und Xylem stark reduziert, letzteres mit nur wenigen, im günstigsten Falle 10 Spiralgefäßen und Tracheiden. Das Phloem ist ein ovaler, aus sehr englumigen Zellen aufgebauter Strang. Rindenständige Bündel leicht zu finden.

f) Milchröhren. Große und zahlreiche Milchröhren eng an das Phloem gebunden. Weiter weg vom Leitzylinder verlieren sie an Größe, so daß es dann sehr schwer fällt, sie in der Rinde und im Mark zu Gesicht zu bekommen. Große Röhren 77 μ breit, Wand 7 μ im Durchmesser; von stärkeführenden Zellzügen begleitete Röhren sind häufig.

8. *E. caput Medusae* L. (Lebendes Material).

a) Epidermis (**13.**31). Zellen isodiametrisch bis tangential wenig gestreckt, größerer Durchmesser 35 μ, kleinerer 28 μ. Außenwand mäßig vorgewölbt. Cuticula deutlich, doch zart. Cutin allein am Aufbau der Außenwand beteiligt. Zellulose an der Basis der gleichfalls cutinisierten Seitenwände, herrschend erst in der Innenwand. Dickste Stelle der mitunter 10 μ starken Außenwand über den Seitenwänden, schwächste in der Mitte der Vorwölbung. Zwergzellen im Bereich der drei äußersten Zellreihen häufig. Zellen im Flächenschnitt unregelmäßig polygonal, mit geraden Seitenwänden und ohne feste Ordnung.

b) Die Bildungsstätte des Assimilations- und Speichersystems liegt in der ersten subepidermalen Zellschicht. Speicherzellen gleich unter der Epidermis rundlich, isodiametrisch, nach der Mitte hin größer, die voluminösesten in dem ebenfalls wasserspeichernden Markparenchym. Chlorophyll in den Randzonen der Rinde am reichsten.

c) Spaltöffnungen nicht eingesenkt, sondern sogar das Niveau der Epidermis überragend. Schließzellen mit

dem größten Durchmesser in radialer Richtung, an den doppelt so hohen Nebenzellen wenig hinabgerückt, mit starken Vorhof- und Hinterhofleisten, die zipfelförmig gegen den Spalt vorspringen. Spaltrichtung ebensooft parallel wie senkrecht zur Stammachse.

d) Mechanisches System fehlt.

e) Die Gefäßbündel liegen einzeln an der Peripherie eines Kreises. Kein sekundäres Holz. Xylem und Phloem reduziert. Ersteres von keilförmiger Gestalt mit nur wenigen weiteren oder engeren Spiralgefäßen und Tracheiden, die außerdem zu Reihen angeordnet sind. Das benachbarte Speicherparenchym ist im Sinne eines Leitparenchyms differenziert. Rindenständige Gefäßbündel nicht selten.

f) Milchröhren an der Außenseite des Phloems am zahlreichsten und größten, mit einem Durchmesser von 59 μ und einer Wandstärke von 8,5 μ. Engere Elemente, die Verzweigungen der Hauptröhren, finden sich in Rinde und Mark.

9. *E. cereiformis* L. (Lebendes Material).

a) Epidermis. Zellen isodiametrisch oder tangential wenig gestreckt. Außenwand eben, Cuticula deutlich, dabei zart. Die Cutinschichten beanspruchen allein zwei Drittel der 7 μ dicken Außenwand, ein Drittel, ferner die Seitenwände, einen kleinen zapfenförmigen Fortsatz der Außenwand abgerechnet, endlich die Innenwand bestehen aus Zellulose. Zellgröße durchschnittlich 35×35 μ. Zwergzellen ziemlich häufig. Zellen im Flächenschnitt unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden.

b) Bildungsherd für das Assimilations- und Speichersystem ist die oberste Zellreihe. Die eigentlichen Speicherzellen radial gestreckt, allmählich rundlicher, dabei voluminöser. Den größten Umfang besitzen die als Wasserspeicher fungierenden Markzellen. Chlorophyllgehalt wie immer.

c) Spaltöffnungen (3. 73) nicht eingesenkt, eher über die Epidermis um ein geringes erhoben. Schließzellen

ellipsoid, an den etwa $1^1/_2$ mal so hohen Nebenzellen kaum eingesenkt; Vorhof- und Hinterhofleiste deutlich, die erste stark zahnförmig gegen den Spalt vorspringend, die letzte in weniger charakteristischer Weise. Breite des Apparates 56 μ, Höhe 45 μ. Stomata teils senkrecht zur Stammachse orientiert, teils in kleinerem Winkel gegen dieselbe geneigt.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Gefäßbündel isoliert, kein Sekundärholz. Xylem und Phloem spärlich. Im Xylem höchstens 2 bis 3 radiale Reihen von Spiralgefäßen und Spiraltracheiden. Andere Bestandteile kommen nicht in Betracht. Das quer-ellipsoide Phloem überlagert das keilförmige Xylem in seiner ganzen Breite. Markgewebe teilweise als Leitparenchym entwickelt. Rindenständige Bündel stets zu finden.

f) Milchröhren nicht sehr zahlreich. Am auffälligsten an der Außenseite des Phloems, mit einem Durchmesser von 52 μ, bei einer Wandstärke von 7 μ. Nach außen und gegen das Zentrum spärlicher und kleinlumiger, daher manchmal gerade an den Grenzen der Sichtbarkeit.

10. ***E. Dekindtii*** Pax (Huilla, Dekindt n. 1030).

a) Epidermis. Zellen mit tangentialem Durchmesser von 40 μ, der radiale nur 30 μ. Die 10 μ dicke ebene Außenwand von der deutlichen aber dünnen Cuticula überzogen, darauf mächtige Cutinschichten und zuletzt ein ganz feines Häutchen, das ebenso wie die Seiten- und Innenwände aus Zellulose besteht. Reichlicher Wachsüberzug auf der Epidermis. Zwergzellen öfters zu beobachten. Zellen im Flächenschnitt unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden.

b) Die Matrix des Assimilations- und Speichersystems liegt in der ersten subepidermalen Zellreihe. Speicherzellen durchschnittlich isodiametrisch, nicht nach Art eines Palisadenparenchyms gestreckt. Außen kleiner als in der Mitte und am Leitungssystem. Im wasserspeichernden Mark die größten Zellen. Die Verteilung des Chlorophylls ist die gleiche wie bei den anderen Arten.

c) Spaltöffnungen. Schließzellen an ihren Trägern ein wenig hinabgerückt. Vordere und hintere Verdickungsleiste höchstens so stark wie die Epidermisaußenwand, mit zipfelförmigen Vorsprüngen nach dem Spalt. Schließzellen ellipsoid, von den Nebenzellen bogig umfaßt. Spalte zum Teil in der Längs-, zum Teil in der Querrichtung des Stammes. Auf 1 qmm 44 Stomata.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Leitungssystem. Sekundärholz. Holzkörper verhältnismäßig schwach, das Phloem spärlich. Bestandteile des Holzes: einige weitlumige Spiralgefäße und Tracheiden, dünnwandiges Holzparenchym und Holzprosenchym und in radialen Reihen stehende Markstrahlzellen. Rindenständige Gefäßbündel.

f) Milchröhren. Die an der Außenseite des Phloems zahlreichen und größten (80 μ breit, Wand 14 μ stark) Milchröhren nehmen in ihren ins Mark und nach der Peripherie geschickten Abzweigungen sowohl an Zahl und Durchmesser ab.

11. *E. drupifera* Schum. et Thonn. (Portorico, cult.).

a) Epidermis. Zellen isodiametrisch oder höher als breit, tangentialer Durchmesser 18 μ, radialer 18—24 μ. Außenwand eben, 7 μ dick, nur aus Cutin zusammengesetzt. Seitenwand in der Nachbarschaft der Innenwände Zellulose. Zwergzellen hier und da im Bereich der ersten Zellreihen. Zellen im Flächenschnitt unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden.

b) Bildungsstätte für das Assimilations- und Speichersystem ist die erste Zellreihe unterhalb der Epidermis. Zellen anfangs rundlich, die mittleren behalten diese Form bei, nur werden sie etwas voluminöser. Der Markzylinder, wie die Rinde Wasserspeicher, führt die größten Elemente.

c) Spaltöffnungen als Ganzes nicht eingesenkt, höchstens die Schließzellen allein. Ihr Querschnitt von länglicher Form. Verdickungsleisten mit zahnartigem Vor-

sprung gegen den Spalt. Die Stomata bald senkrecht, bald parallel zur Stammachse. Zahl auf 1 qmm sehr gering, kaum 10. In einem Falle waren überhaupt bloß 4—5 festzustellen.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Leitungssystem. Sekundärholz entwickelt. Es besteht aus einigen größeren Spiralgefäßen und Spiraltracheiden, deren primäre Anordnung zu radialen Reihen noch scharf erkennbar ist; außerdem dünnwandiges Holzparenchym. Phloem unansehnlich. Rindenständige Gefäßbündel leicht zu finden.

f) Die größten Milchröhren liegen an der Außenseite des Phloems mit einem Durchmesser von 67 μ und einer Wandstärke von 24 μ. Kleinere auf dem Längsschnitt als Abzweigungen der Hauptröhren zu erkennen.

g) Stärke. Keine sukkulente *Euphorbia* besitzt Stärke in solchen Massen wie *drupifera*. Mark und Rinde in gleicher Weise damit angefüllt. Auch im Leitungssystem, d. h. in den Markstrahlen und dem Holzparenchym fehlen sie nicht.

12. *E. Evansii* Pax (Transvaal, Evans n. 2940).

a) Epidermis. Zellen quadratisch oder flacher, 25×20 μ groß. Außenwand eben oder schwach gekrümmt, im Verhältnis zum radialen Durchmesser mächtig entwickelt, da sie gerade die Hälfte desselben mißt. Sie besteht einzig aus Cutin. Seiten- und Innenwände sind reine Zellulose. Zwergzellen hin und wieder innerhalb der ersten Zellagen. Im Flächenschnitt nur unregelmäßig polygonale Zellen mit geraden Seitenwänden.

b) Das Assimilations- und Speichersystem geht aus der ersten subepidermalen Zellreihe hervor. Die obersten Zellen zu radialen Reihen zusammengesetzt, in der Rindenmitte sind sie größer, die voluminösesten Elemente aber liefert das auch als Wasserspeicher dienende Mark. Chlorophyll am reichsten in den Randhorizonten.

c) Die Spaltöffnungen liegen in gleicher Höhe wie die Epidermis. Schließzellen an der Innenseite der Nebenzellen ein wenig hinabgerückt, ellipsoid, mit Verdickungsleisten der typischen Entwicklung. Auch die zahnförmigen Vorsprünge wie sonst. Innere Atemhöhle ansehnlich. Spaltöffnungen meist senkrecht zur Stammachse.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Die Gefäßbündel sind isoliert. Sekundärholz nicht gebildet. Xylem und Phloem reduziert, mit nur wenigen zerstreuten größeren Spiralgefäßen und Tracheiden. Das Phloem liegt kappenförmig über dem Holzteil. Rindenständige Bündel.

f) Milchröhren am größten und dichtesten an der Außenseite des Phloems: Durchmesser 52 μ, Wandstärke 21 μ. Die Nebenröhren werden, je weiter sie sich von ihrem Ausgangspunkte entfernen, enger und enger.

13. ***E. globosa*** Sims. (Lebendes Material).

a) Epidermis (**13. 23**). Zellen tafelförmig oder isodiametrisch, 24×35 μ groß. Außenwand eben, Cuticula bestimmt von den 5 μ starken Cutinschichten abgehoben, Zellulose beteiligt sich mit 2 μ an der Zusammensetzung der Außenwand. Seiten- und Innenwände aus Zellulose. Zwergzellen. Im Flächenschnitt sind die Zellen unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden. Auf der Epidermis eine dünne Wachsdecke.

b) Das Assimilations- und Speichersystem entsteht aus der ersten subepidermalen Zellschicht. Speicherzellen rundlich, mit dem größten Durchmesser in radialer Richtung, die mittleren größer, ihr Zusammenhang schwammiger. Chlorophyllgehalt wie immer. Im Mark die größten Zellen.

c) Spaltöffnungen nicht eingesenkt, eher über das Niveau der Epidermiszellen hinausragend. Die hoch liegenden Schließzellen ellipsoidisch, mit den typischen Verdickungsleisten, deren Stärke die der Epidermisaußenwand

nicht übertrifft. Nur der vordere Zahnvorsprung deutlich. Was die Größe der Schließzellen betrifft, so sind sie ungefähr ebenso hoch wie die Epidermiszellen. Stomata teilweise senkrecht, teilweise parallel zur Stammachse. Ihre Zahl beträgt 40 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Die Gefäßbündel isoliert. Kein Sekundärholz. Xylem und Phloem schwach. Ersteres nur mit einigen engen Spiralgefäßen und Spiraltracheiden und einer geringen Menge Holzparenchym. Rindenständige Gefäßbündel.

f) Die größten Milchröhren zerstreut um den Leitzylinder. Durchmesser 90 μ, Wanddicke 7 μ. Kleinlumigere Röhren, die sich auf dem Längsschnitt als Zweige der größeren erweisen, durchziehen die Rinde und das Mark. Stärkereiche Zellzüge begleiten die Milchröhren auf ihrer Bahn.

g) Kork. Die beobachtete Korkbildung ist interessant, weil sich die innige Beziehung zwischen Rindenmeristem und Phellogen fast nirgends so klar zeigte. Die erst beginnende, lokal beschränkte Peridermbildung hat bereits eine Anzahl Zellagen erreicht. An beiden Enden der Korkschicht geht das Phellogen unmittelbar in das Rindenmeristem über; der Kork ist zwischen die noch nicht gesprengte Epidermis und das Phellogen eingepreßt.

14. *E. glochidiata* Pax (Somaliland, Riva n. 1122).

a) Epidermis. Zellen isodiametrisch oder tafelförmig 21×28 μ groß. Außenwand eben oder flach vorgewölbt, 10 μ dick; Cuticula deutlich, doch dünn, Cutin $^1/_3$, Zellulose $^2/_3$ der Außenwand aufbauend. Seitenwände und Innenwand ausschließlich aus Zellulose. Zwergzellen häufig bis weit in die Rinde hinein. Im Flächenschnitt sind die Zellen unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden. Auf der Epidermis ein Wachsüberzug.

b) Die Entstehung des Assimilations- und Speichersystems geht von der ersten subepidermalen Zellreihe aus.

Zellen rundlich, zartwandig, in Epidermisnähe klein, in der Mitte größer. Chlorophyllgehalt wie stets. Bildet sich Kork, so wird das Rindenmeristem unmittelbar zum Phellogen. Im Mark die größten Zellen.

c) Spaltöffnungen. Als Ganzes nicht eingesenkt, Schließzellen dagegen in halber Höhe der Nebenzellen, von ellipsoidischer Querschnittsform, mit kräftigen Verdickungsleisten und gegen den Spalt vorragenden stumpfen Zähnen. Nebenzellen etwa doppelt so hoch wie die Schließzellen. Spaltöffnungen senkrecht oder parallel zur Stammachse orientiert.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Leitungssystem. Das Sekundärholz ist eine kompakte Masse, vorzüglich infolge der kollenchymatischen Ausbildung des Parenchyms und des quergeteilten Prosenchyms, endlich auch der radial gestreckten Markstrahlzellen; die von den letzteren gebildeten Zellreihen zerlegen den Holzkörper in meist zwei Zellen breite Holzsektoren. Alle Elemente einfach getüpfelt. Rindenständige Gefäßbündel.

f) Die größten Milchröhren an der Außenseite des Phloems, oft nur durch eine einzige Zellage von diesem geschieden, beinahe einen vollständig geschlossenen Milchröhrenring bildend. Kleinere Röhren, die Abzweigungen der weiten, sind über das gesamte Speichersystem verstreut, doch wird ihre Zahl mit steigender Entfernung vom Phloem immer kleiner. Durchmesser der großen Röhren 91 μ, Verdickung 21 μ. Sehr deutlich sind 4—5 Schichten in der Wand zu unterscheiden.

15. *E. grandidens* Haw. (Lebendes Material).

a) Epidermis. Zellen tafelförmig. Größe 42 × 24 μ. Außenwand eben oder schwach vorgewölbt, 7—9 μ dick. Cuticula deutlich, aber dünn. Das Cutin durchsetzt die Außenwand mit Ausnahme eines gerade noch sichtbaren Zellulosehäutchens. Seitenwände etwas verdickt, ebenso wie die normalen Innenwände aus Zellulose. Eine dünne

Wachsschicht überzieht die Epidermis. Im Flächenschnitt sind die Oberhautzellen unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden.

b) Das Assimilations- und Speichersystem entsteht aus der zweiten Zellschicht. Die Speicherzellen sind ± isodiametrisch, anfänglich klein, mit angedeuteter radialer Reihenbildung, dann größer, in der Nähe des Leitungssystems wieder an Größe verlierend. Chlorophyll außen am reichsten, am Bündelzylinder findet es seine Grenze. Das Markparenchym, mit der nämlichen Funktion wie die Rinde betraut, enthält die größten Zellen.

c) Die Spaltöffnungen erheben sich als Ganzes nicht über die Epidermiszellen; Schließzellen an der Innenseite der Nebenzellen ein wenig eingesenkt. Vorhof- und Hinterhofleisten zeigen die in der Sektion *Diacanthium* typischen Bauverhältnisse. Nebenzellen die Schließzellen bogig umgreifend. Der Gesamtapparat hat von oben betrachtet in der Spaltrichtung einen Durchmesser von 59 μ, senkrecht dazu von 45 μ. Stomata senkrecht bis parallel zur Stammachse. Zahl 40 oder weniger auf 1 qmm.

d) Mechanisches System. Vor dem Phloem liegen kleine, aus höchstens 8 Zellen bestehende Gruppen, deren Elemente ein kleineres Lumen als die Milchröhren und Speicherzellen besitzen, anderseits aber viel größer als die Phloembestandteile sind. Membran wenig, doch immerhin deutlich verdickt.

e) Leitungssystem. Das Cambium hat bereits Sekundärholz gebildet. Phloem reduziert. Holzkörper mit Reihen von Spiralgefäßen und Spiraltracheiden, die radial in das Mark vorspringen. Zwischen die Gefäßreihen schieben sich Markstrahlen mit radial gestreckten Zellen. Fernere Holzelemente sind Holzparenchym und bisweilen quergeteiltes Holzprosenchym. Das Mark ist, wo es an das Leitungssystem stößt, zu Leitparenchym umgebildet. Rindenständige Gefäßbündel.

f) Die Milchröhren durchsetzen Mark und Rinde; ihre Hauptentwickelung erreichen sie an der Außenseite des

Phloems. In den entfernteren Rindenbezirken und im Mark sind die Röhren stets enger. Durchmesser großer Röhren 55—57 μ, Wandstärke 5—7,5 μ.

16. ***E. Hermentiana*** Lem. (Lebendes Material).

a) Epidermis. Zellen tafelförmig, in den meisten Fällen 35 μ × 17,5 μ groß; Außenwand eben, 7 μ dick, mit deutlicher aber dünner Cuticula. Die obere Hälfte der Außenwände aus Cutin, die untere, sowie die Seiten- und Innenwände ausschließlich aus Zellulose. Die Verdickung setzt sich übrigens auf die Seitenwand fort, während die Innenwand normal bleibt. Auf der Epidermis ein deutliches Wachshäutchen. Im Gebiete der Oberhaut, der zweiten Zellschicht und der angrenzenden Rindenbezirke häufig Zwergzellen. Im Flächenschnitt erscheinen die Epidermiszellen unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden.

b) Das Assimilations- und Speichergewebe entsteht aus der ersten subepidermalen Zellschicht. Der kräftige Rindenmantel setzt sich aus in schwammigem Verbande stehenden isodiametrischen Zellen zusammen, deren Größe mit der Entfernung von der Epidermis zunimmt. Chlorophyll in den Randbezirken am reichsten, in unmittelbarer Nähe des Leitungszylinders verschwindend.

c) Spaltöffnungen als Ganzes nicht in die Tiefe verlagert, wohl aber rücken die Schließzellen an der Innenseite der Nebenzellen hinab. Verdickungsleisten ebenso mächtig wie die Epidermis-Außenwand, nur die vorderen mit einem ansehnlicheren zipfelförmigen Vorsprung. Nebenzellen etwa doppelt so hoch wie die Schließzellen, die bogenförmig von ihnen umfaßt werden. Spalte senkrecht, mitunter auch parallel zur Stammachse. Ihre Zahl beträgt 16 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Die Gefäßbündel liegen isoliert im Dikotyledonenkreis. Phloem und Xylem stark reduziert. Letzteres überhaupt nur aus wenigen radial aneinander gereihten Spiral-

gefäßen und Spiraltracheiden zusammengesetzt. Rindenständige Gefäßbündel.

f) Die größten und stärksten Milchröhren umrahmen die Außenseite des Phloems. Kleinere über das Mark und die Rinde verstreut, doch nur schwer sichtbar. Der Durchmesser der größten Röhren 73 μ, Wandstärke 17 μ.

g) Stärke. Stärkereiche Zellzüge fand ich nur als Begleiter der Milchröhren.

17. *E. heterochroma* Pax (Ostafrika, Winkler n. 3765, 3778).

a) Epidermis. Zellen 21 μ × 31 μ groß. Außenwand eben, 7μ stark. Cuticula deutlich, darauf folgen nur Cutinschichten. Seiten- und Innenwände sind reine Zellulose. In der Epidermis und in ihrer Nachbarschaft Zwergzellen. Der Flächenschnitt zeigt nur unregelmäßig polygonale Zellen mit geraden Seitenwänden.

b) Das Assimilations- und Speichersystem geht aus der ersten subepidermalen Zellage hervor. Die eigentlichen Speicherzellen sind epidermisnah kleiner als in der Rindenmitte. Der Chlorophyllgehalt ist in den obersten Rindenhorizonten am stärksten, gegen den Leitbündelzylinder nimmt er stetig ab und findet hier auch seine Grenze.

c) Spaltöffnungen als Ganzes betrachtet nicht eingesenkt, Schließzellen hingegen ein wenig an der Innenseite der Nebenzellen herabgerückt. Vorhof- und Hinterhofleiste wie bei den anderen *Diacanthium*-Arten. Die größeren Nebenzellen umgreifen die ellipsoidischen Schließzellen bogenförmig auf ihrer vom Spalt abgewandten Seite. Die Spaltöffnungen sind von der Fläche betrachtet 56μ bezw. 45μ, die Schließzellen 10 μ breit. Sie liegen senkrecht zur Stammachse, doch nicht konstant. Ihre Zahl beträgt 44 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Leitungssystem. Sekundäres Holz bereits gebildet. Auffallend ist die Armut an größeren Gefäßen und

Tracheiden, die hier und da im Holzteil zerstreut liegen und wie bisher immer mit engen Spiralen ausgesteift sind. Die Hauptmasse des Holzes wird vom Holzparenchym und dem quergeteilten Holzprosenchym geliefert. Ihre Wand ± verdickt und einfach getüpfelt. Zuletzt mögen noch die radial gestreckten Markstrahlzellen genannt sein. Phloem stark reduziert. Rindenständige Gefäßbündel häufig.

f) Große Milchröhren liegen an der Außenseite des Phloems, kleinere in Mark und Rinde sind nur schwierig festzustellen. Durchmesser größerer Röhren 72 μ, Wandstärke 17 μ.

g) Stärke. Holzparenchym und Markstrahlen führen reichlich Stärke, wie besonders der Querschnitt lehrt.

18. *E. Hystrix* Jacq. (Capland, Penthu).

a) Hautgewebe. Die Epidermis durch Kork ersetzt. Das Periderm, das den bis jetzt besprochenen Fällen analog aus der zweiten Zellschicht, dem zum Phellogen umgewandelten Rindenmeristem, seine Entstehung nimmt, erhebt sich in ungefähr 12 Zellschichten, deren Elemente durch Zartwandigkeit, tafelförmige Gestalt, Anordnung zu radialen Reihen und braunen Inhalt ausgezeichnet sind.

b) Die Bildungsstätte des Assimilations- und Speichersystems ist die erste subepidermale Zellschicht. Zellen anfänglich rundlich, von ziemlich straffem Zusammenhang, bald grösser und lockerer, in der Nähe des Leitungssystems am voluminösesten. Chlorophyllkörner nicht mehr vorhanden oder im günstigsten Falle sehr spärlich. Das Mark, in gleicher Weise wie die Rinde Speichergewebe, besitzt die größten Zellen überhaupt.

c) Spaltöffnungen fehlten selbstredend.

d) Mechanisches System. An der Außenseite des Phloems sklerenchymatische Fasern. Ihr Durchmesser ziemlich erheblich, kleiner als bei den Milchröhren und den benachbarten Speicherzellen, jedoch größer als bei den Phloemelementen. Außerhalb des Perizykels kommen Fasern nicht zur Entwicklung.

e) Die Gefäßbündel sind isoliert. Bildung sekundären Holzes setzt gerade ein. Phloem und Xylem reduziert. Von Xylembestandteilen kommen nur wenige in radialen Reihen stehende Spiralgefäße und Spiraltracheiden, sowie wenig Holzparenchym in Betracht. Rindenständige Gefäßbündel nur sehr vereinzelt.

f) Sehr große Milchröhren umgeben in dichter Anordnung den Leitzylinder an der Außenseite. Je weiter sie sich von dieser Stelle entfernen, sei es im Mark oder in der Rinde, um so enger und seltener werden sie. Gegenüber dem beträchtlichen Durchmesser der großen Röhren (91 μ) muß die geringe Wandstärke (7 μ) auffallen.

g) Stärke. Die ganze Rinde, angefangen vom Phellogen bis zu den Gefäßbündeln, ist von Stärke erfüllt, deren Lagebeziehungen zu den Milchröhren öfters unverkennbar sind. Im Mark nur sehr vereinzelte Stärkekörnchen.

19. *E. larica* Boiss. (Persien, Bornmüller n. 594).

a) Epidermis. Zellen tafelförmig, mit durchschnittlichen Größenverhältnissen von 30×40 μ. Außenwand eben, 9,8 μ stark. Cuticula deutlich. Das Cutin durchsetzt die Außenwand vollständig, Zellulose gewinnt erst in der Innenwand unumschränkte Herrschaft, da auch die Seitenwände zum allergrößten Teil Cutinreaktion geben. Die Verdickung der Außenwand setzt sich übrigens keilförmig auf die Seitenwände fort. Zahlreiche große Zwergzellen, die größten mit einem Durchmesser von 14 μ.

b) Das Assimilations- und Speichersystem entsteht aus der zweiten Zellschicht. Die eigentlichen Speicherzellen rundlich, allmählich größer, die Textur bis in die Nähe des Leitungssystems immer schwammiger. Das Chlorophyll über die gesamte Rinde in der für die sukkulenten *Euphorbien* charakteristischen Weise verteilt.

c) Mechanisches System. Es sind nur zu festen Baststrängen verbundene mechanische Fasern an der Außenseite des Phloems vorhanden. Isolierte Elemente fehlen.

d) Spaltöffnungen. Aus Mangel an geeigneten Querschnitten war es leider nicht möglich, über die Spaltöffnungen Aufschluß zu erhalten. Dagegen ließ der Flächenschnitt erkennen, daß die Stomata, was ihre Größe betrifft, sich nicht von den anderen Arten unterscheiden, daß sie ferner der Stammachse parallel gehen. Ihre Zahl beträgt 20—24 auf 1 qmm.

e) Leitungssystem. Sekundär-Holz in breitem Ringe gebildet. Da ziemlich alle Holzelemente verdickt sind, so vor allem das Holzparenchym und das mitunter quergeteilte Holzprosenchym — beide auf den Radial- und Tangentialwänden einfach getüpfelt —, wird ein sehr fester Holzzylinder hergestellt. Libriformfasern finden sich nicht. Parenchymatische und prosenchymatische Elemente überwiegen so stark, daß es nur bei günstigen Schnitten möglich ist, wenig verdickte Spiralgefäße und Spiraltracheiden zu Gesicht zu bekommen. Ihr Durchmesser nur unbedeutend größer als bei den andern Holzelementen. Erwähnt sei die regelmäßige Anordnung des Holzes. Je zwei aus radial gestreckten Zellen bestehende Markstrahlen fassen immer einen 1—3 Zellen breiten Holzsektor ein, der die vorher geschilderte Zusammensetzung zeigt. Die Markstrahlzellen sind übrigens verdickt und mit einfachen Tüpfeln besetzt. Phloem spärlich entwickelt. Rindenständige Gefäßbündel nicht selten. Hier muß noch hinzugefügt werden, daß die Festigkeit des innern Gewebes keineswegs auf das Holz beschränkt bleibt, sondern auch auf das sonst immer nur als Speicher dienende Markgewebe übergreift. Seine Zellen sind bald quadratisch, bald gestreckt, immer aber kräftig verholzt und einfach getüpfelt. Der Übergang vom Sekundär-Holz zum Mark wird durch kleinere, ebenfalls verdickte Zellen vermittelt.

f) Milchröhren. Wie zu erwarten, fehlen die Milchröhren im Mark. In größerer Anzahl nur an der Außenseite des Phloems, hier mit einer Weite von 77 μ und einer Wandstärke von 7 μ. Kleinere Röhren, als Abzweigungen der Hauptröhren aufzufassen, durchziehen vereinzelt die Rinde.

20. *E Ledienii* Berger (Lebendes Material).

a) Epidermis. Zellen tafelförmig, 38×21 μ groß. Außenwand eben oder schwach konvex, 5,5 μ dick. Cuticula deutlich, indessen dünn; Cutinschichten stark, nur ein schwaches inneres Zellulosehäutchen. Die unverdickten Seiten- und Innenwände enthalten nur Zellulose. Zwergzellen im Bereich der ersten beiden Zellschichten. Eine schwache Wachsdecke auf der Epidermis. Im Flächenschnitt Zellen unregelmäßig polygonal, Seitenwände gerade.

b) Assimilations- und Speichersystem. Die erste subepidermale Zellschicht ist die Bildungsstätte des kräftig entwickelten Rindenmantels. Die äußeren Speicherzellen radial gestreckt und radiale Reihen bildend, später rundlich und größer, ein Verhalten, das bis zum Leitungssystem herrscht. Chlorophyllgehalt in den obersten Zellen am größten, in der Mitte kleiner, jedoch erst unmittelbar am Gefäßbündelrohr verschwindend. Das Mark, wie die Rinde Wasserspeicher, enthält die größten Zellen überhaupt.

c) Spaltöffnungen als Ganzes betrachtet nicht eingesenkt. Schließzellen von ellipsoider Gestalt an der Innenseite der Nebenzellen tief herabgerückt, so daß eine äußere Atemhöhle zustande kommt. Die für die Arten der Section *Diacanthium* typischen Verdickungsleisten mit zipfelförmigen Vorsprüngen gegen den Spalt. Die Nebenzellen sind doppelt so hoch wie die Schließzellen und umgreifen sie bogenförmig. Die Stomata liegen meist senkrecht zur Stammachse, doch gibt es auch solche, die in kleinerem Winkel gegen sie geneigt sind. Durchmesser des von oben betrachteten Apparates in der Spaltrichtung 35 μ, quer 45 μ. Zahl der Stomata 24 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Die Gefäßbündel sind isoliert. Phloem und Xylem reduziert. Einige Gefäße und Tracheiden mit spiraligen Aussteifungen bilden, radial aneinander gereiht, das Xylem, andere Bestandteile fehlen. Das benachbarte Markparenchym leitparenchymatisch entwickelt.

f) Die weitesten und dickwandigsten Milchröhren an der Außenseite des Phloems. Von den Hauptkanälen gehen seitlich zahlreiche Nebenkanäle ins Mark und in die Rinde, mit der Entfernung von ihrem Hauptverbreitungsgebiet enger und an Zahl geringer werdend. Durchmesser der größten Röhren 59 μ, Wand 7 μ.

21. ***E. mammillaris*** L. (Lebendes Material).

a) Epidermis. Zellen isodiametrisch oder ± tafelförmig oder gar höher als breit, durchschnittlich 28 × 24 μ groß. Außenwand mit relativ starker Verdickung (4—5 μ), Cuticula deutlich, doch zart. Cutin die größere Hälfte der Außenwand durchdringend, in der kleineren Hälfte abgelöst von Zellulose, die allein die normalen, d. h. unverdickten Seiten- und Innenwände aufbaut. Zwergzellen hier und da in der Epidermis und der ersten subepidermalen Zellage zerstreut. Auf der Cuticula ein feiner Wachsüberzug. Im Flächenschnitt Zellen unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden.

b) Das Assimilations- und Speichersystem geht durch Teilung aus der ersten subepidermalen Zellschicht hervor. Rindenzellen anfänglich, als Anpassung an assimilatorische Tätigkeit, radial gestreckt und merklich zu radialen Reihen angeordnet; allmählich überwiegt die rundliche Gestalt und größeres Volumen, Charaktere, die bis zum Bündelrohr beibehalten werden. Chlorophyllkörner am reichsten in den obersten Horizonten; am Mark verschwinden sie völlig, nachdem sie bereits vorher immer spärlicher geworden sind. Das Mark speichert wie die Rinde Wasser und besitzt die zartwandigsten und voluminösesten Zellen.

c) Spaltöffnungen im Gegensatze zu den meisten Arten nicht nur nicht eingesenkt, sondern eher über die Epidermis emporgehoben. Schließzellen in gleicher Höhe wie die Nebenzellen. Daher kann von einer äußeren Atemhöhle nicht die Rede sein. Querschnittsbild ellipsoidisch.

Gut entwickelte Verdickungsleisten, die wie stets in den vorausgegangenen Beschreibungen zipfelförmig gegen den Spalt vorspringen. Von den Schließzellen unterscheiden sich die Nebenzellen durch ihren etwa doppelt so großen radialen Durchmesser. Breite des ganzen Apparates 56 μ, der beiden Schließzellen vereint 29 μ, Höhe derselben 25 μ; Nebenzellen 42 μ hoch. In der Flächenansicht sind die Stomata entweder parallel oder in den meisten Fällen senkrecht zur Stammachse orientiert. Ihre Zahl beträgt 16—20 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Die Gefäßbündel sind isoliert. Phloem und Xylem stark reduziert. Letzteres setzt sich einzig aus wenigen, kaum 10 spiralig ausgestreiften, in radialen Reihen stehenden Gefäßen und Tracheiden zusammen; andere Bestandteile fehlen. Das an die Bündel grenzende Speichergewebe zu Leitparenchym umgebildet. Rindenständige Bündel nicht selten.

f) Milchröhren auf dem Querschnitt schwer zu erkennen, weil die größten, an der Außenseite des Phloems liegenden, sich kaum von den sie umhüllenden Speicherzellen unterscheiden, dann weil ihre Wandstärke sehr gering ist. Durchmesser 56 μ, Wand kaum 2—3 μ. Die nach den entfernteren Rindenteilen und ins Mark ziehenden Röhren bedeutend enger und weniger zahlreich.

22. *E. mauritanica* L. (Lebendes Material).

a) Epidermis. Zellen isodiametrisch oder häufiger flach. Beispiel für die Größenverhältnisse: 39 × 53 μ. Außenwand 6—8 μ dick, ± vorgewölbt, mit einer deutlichen Cuticula, zum größten Teile aus Cutin zusammengesetzt, während für die Zellulose nur 2 μ übrig bleiben. Seitenwände keilförmig verdickt, zum Teil cutinisiert, sonst ebenso wie die Innenwand reine Zellulose. Seltsamerweise zuweilen tangentiale Teilungswände in der obersten Zellreihe. Zwergzellen verhältnismäßig häufig. Im Flächenschnitt sind die

Zellen unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden Auf der Cuticula ein schwacher Wachsüberzug.

b) Assimilations- und Speichersystem. Ähnlich wie bei *aphylla* ist zwischen Assimilationssystem und Wasserspeicher zu scheiden, wenn auch nicht gleiche Vollkommenheit erreicht wird. Die Bildungsstätte des assimilierenden Gewebes dürfte wie bisher stets in der zweiten Zellreihe liegen. Indes war es nicht möglich, dies einwandsfrei festzustellen. Assimilationszellen in breiter Zone, stark radial gestreckt, 120×32 μ groß, sehr zartwandig, eng zusammenschließend. Erst die dem Leitzylinder benachbarten Zellen fast unvermittelt rundlicher. Chlorophyll außen am reichlichsten, vielleicht schon in der zweiten Zellage beginnend, erst in der Nähe des Leitzylinders verschwindend. Im Mark, wie die Rinde Wasserspeicher, die größten Zellen überhaupt.

c) Spaltöffnungen als Ganzes nicht eingesenkt, wohl aber die Schließzellen an den Nebenzellen. Deren radialer Durchmesser etwa 3 mal so groß wie bei den ellipsoiden Schließzellen. Letztere mit gut entwickelten Verdickungsleisten und zahnartigen Vorsprüngen gegen den Spalt. Innere Atemhöhle geräumig. Die Nebenzellen umgreifen die Schließzellen auf ihrer vom Spalt abgewandten Seite bogenförmig. Stomata parallel zur Stammachse orientiert. Auf 1 qmm 24 Stück.

d) Mechanisches System. Ein Perizykel angedeutet, d. h. zwischen Phloem und Milchröhren Gruppen von Bastfasern mit starker Wand und kleinem Lumen. Einzelfasern fehlen vollständig.

e) Leitungssystem. Sekundäres Holz ist bereits gebildet. Phloem reduziert, Holzteil aus wenigen in radialen Reihen stehenden Spiralgefäßen und Spiraltracheiden und dünnwandigem Holzprosenchym zusammengesetzt. Die Markstrahlen heben sich nicht deutlich ab. Rindenständige Bündel öfters zu beobachten.

f) Milchröhren. Hauptentwicklung an der Phloemaußenseite. Im Querschnitt sind sie mitunter schwer sicht-

bar, weil sie bei einem Durchmesser von 35 μ eine nur 2 μ starke Wand besitzen. Im Mark und in den entfernteren Rindenbezirken vereinzelte kleinlumigere Röhren, die als Abzweigungen der großen zu betrachten sind. Stärkereiche Zellzüge umscheiden die Milchröhren wie ein Mantel. In anderen Zellen ist Stärke nur selten nachzuweisen.

23. ***E. melanosticta*** E. Mey. (Capland, Mac Owan n. 1954).

a) Epidermis. Zellen isodiametrisch, radial gestreckt oder auch tafelförmig, 45 × 31 μ groß. Außenwand wenig oder gar nicht vorgewölbt, stark verdickt (10 μ); Cuticula deutlich; Cutin allein die Außenwand zusammensetzend. Die Verdickung greift ein wenig auf die Seitenwände über, die ebenso wie die normalen Innenwände nur aus Zellulose bestehen. Zwergzellen sehr vereinzelt. Im Flächenschnitt Zellen unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden.

b) Das Assimilations- und Speichersystem geht aus der ersten subepidermalen Zellschicht hervor. Die Assimilationszellen, radial gestreckt und in radialen Reihen stehend, unterscheiden sich von charakteristischen Palisadenzellen vor allem durch Membranverdickung und einfache Tüpfelung; die Tüpfel korrespondieren miteinander. Ohne scharfen Übergang wird mit wachsender Entfernung von der Peripherie das Zellgewebe dünnwandiger und lockerer, ein eigentlich schwammiges Gefüge kommt jedoch nicht zustande. Chlorophyllverteilung wie immer. Im Mark, dessen Hauptfunktion die Wasserspeicherung ist, liegen die voluminösesten Zellen des Stammes.

c) Spaltöffnungen als Ganzes betrachtet nicht eingesenkt, Schließzellen hingegen bis in die Mitte der Nebenzellen hinabgerückt, ellipsoidisch oder quadratisch, mit deutlichen Verdickungsleisten, die zipfelförmig nach dem Spalt vorspringen. Höhe der Nebenzellen das Dreifache der Schließzellen, das Doppelte der isodiametrischen Epidermiszellen. Stomata vorzugsweise in der Längsrichtung des Stammes.

d) Mechanisches System. Gruppen mechanischer Fasern an der Außenseite des Phloems. Einzelfasern fehlen.

e) Leitungssystem. Sekundäres Holz bereits entwickelt. Holzzylinder ansehnlich, Phloem stark zurücktretend. Bestandteile des Holzes sind vereinzelte größere Gefäße, überwiegend ungeteiltes und quergeteiltes Holzprosenchym, endlich Markstrahlen mit radial gestreckten, somit deutlich von den anderen Holzelementen unterschiedenen Zellen. Tritt ein Leitstrang aus dem Holzverbande, um als rindenständiges Gefäßbündel aufzusteigen, dann füllt sich die Lücke erst allmählich.

f) Die Milchröhren, mit auffallend großem Durchmesser (105 μ) bei einer Wandstärke von nur 7 μ, zahlreich aber regellos um den Leitzylinder, vereinzelt auch in den weiter nach außen gelegenen Rindenzonen und im Mark, wo sie einen kleineren Durchmesser besitzen.

24. *E. microcyatha* Schlecht. (Capland, Schlechter n. 8131).

a) Epidermis. Zellen flach, tafelförmig, 31×18 μ groß. Außenwand eben oder unbedeutend vorgewölbt. Cuticula deutlich, doch zart. Cutin nur 4,5 μ der 10 μ starken Außenwand beherrschend. Die schwach verdickten Seiten- und die Innenwände einzig und allein aus Zellulose aufgebaut. Auf der Cuticula eine Wachsdecke, die wahrscheinlich infolge Trocknens zu Körnchen zerrissen ist. Zwergzellen nicht selten. Im Flächenschnitt sind die Zellen unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden.

b) Das Assimilations- und Speichersystem hat seine Bildungsstätte in der ersten subepidermalen Zellreihe. Speicherzellen isodiametrisch, fast überall gleich groß. Die überwiegende Mehrzahl der Zellen von einem rötlich braunen Inhalt erfüllt, dessen chemische Beschaffenheit nicht genau festzustellen war. Ob er auch den lebenden Zellen zukommt, ist mir unbekannt. Im Mark, Wasserspeicher wie die Rinde, die größten Zellen überhaupt.

c) Spaltöffnungen. Über die Lage des Apparates zu den benachbarten Epidermiszellen läßt sich nichts Bestimmtes aussagen, da das untersuchte Stammstück stark geschrumpft ist. Sind mithin diesbezügliche Notizen unmöglich, so lassen sich doch die anderen Merkmale befriedigend feststellen. Schließzellen an den Nebenzellen so gut wie gar nicht herabgesenkt; Querschnittsbild ellipsoidisch bis isodiametrisch; Verdickungsleisten gut entwickelt, die vordere mit besonders deutlichem zipfelförmigem Vorsprung gegen den Spalt. Nebenzellen höchstens anderthalb mal so hoch wie die Schließzellen, diese auf der dem Spalt abgekehrten Seite bogenförmig umfassend. Innere Atemhöhle geräumig. Im Flächenschnitt Stomata in der Spaltrichtung 31 μ breit, quer 21 μ. Sie liegen parallel zur Stammachse. Zahl 80 oder weniger auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Gefäßbündel isoliert, kein sekundäres Holz. Xylem und Phloem stark reduziert. Jede der 18 keilförmig gestalteten Xylemgruppen mit wenigen, zu radialen Reihen angeordneten Spiralgefäßen und Spiraltracheiden; von anderen Bestandteilen scheint jede Spur zu fehlen. Rindenständige Gefäßbündel wurden nicht gefunden.

f) Große Milchröhren an der Außenseite des Phloems; Durchmesser 59 μ, Wand 7 μ. Im Mark und in der äußeren Rinde engere Röhren, die als Seitenäste der Hauptkanäle gelten müssen.

25. *E. neriifolia* L. (Lebendes Material).

a) Epidermis. (**14.** 33). Zellen isodiametrisch oder flach, 25×17 μ groß. Außenwand 3,5 μ stark, eben, nur selten wenig vorgewölbt. Cuticula deutlich, aber dünn; das Cutin durchdringt den größten Teil der Außenwand; eine scharf abgegrenzte zarte Lamelle, die unverdickten Seiten- und Innenwände bestehen aus Zellulose. Zwergzellen sehr vereinzelt. Im Flächenschnitt Zellen unregel-

mäßig polygonal, mit geraden Seitenwänden und ohne bestimmte Anordnung.

b) Das Assimilations- und Speichersystem entsteht aus der ersten subepidermalen Zellschicht. Rindenzellen ± rundlich, in der Mitte größer als außen und am Bündelrohr. Chlorophyll am reichsten in den peripheren Bezirken, nach der Mitte hin in stetiger Abnahme begriffen, oberhalb der Leitbündel völlig schwindend. Das Mark dient wie die Rinde als Wasserspeicher und enthält die größten Zellen überhaupt.

c) Spaltöffnungen nicht eingesenkt. Schließzellen hingegen ein wenig an der Innenseite der Nebenzellen hinabgerückt, so daß eine äußere Atemhöhle zustande kommt. Querschnittsbild der Schließzellen länglich, mit dem größtem Durchmesser senkrecht zur Oberfläche. Verdickungsleisten gut entwickelt, vordere etwa so stark wie die Epidermisaußenwand, beide zipfelförmig gegen den Spalt vorspringend. Die etwa doppelt so hohen Nebenzellen umgeben die Schließzellen bogenförmig auf der dem Spalt abgewandten Seite. Im Flächenschnitt ist der Apparat in der Spaltrichtung 49 μ breit, quer 33 μ. Stomata in der Mehrzahl senkrecht zur Stammachse orientiert, 24 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Gefäßbündel isoliert. Kein Sekundärholz. Phloem und Xylem stark reduziert. Spiral-Gefäße selten, entweder einzeln oder zu radialen Reihen geordnet, höchstens 6—8 im Bündel; andere Hadrombestandteile fehlen. Markzellen, zu Leitparenchym differenziert, begleiten den Holzteil. Neben den normalen, auch rindenständige Gefäßbündel.

f) Die größeren Milchröhren an die Außenseite des Phloems gebunden, hier das Maximum ihrer Entwicklung erreichend; Durchmesser 45 μ, Wandverdickung 10 μ. Kleinere Röhren durchziehen als Abzweigungen der Hauptkanäle überall Rinde und Mark.

g) Stärke. Der Wasserspeicher führt Stärkekörner von ovaler Gestalt. Ihre reichste Entwicklung fällt in eine breite, auf beiden Seiten des Gefäßbündelrohres hinziehende

Zone, während in den anderen Teilen die Körnchen sehr spärlich verteilt sind. Enge Lagebeziehungen zwischen Milchröhren und Stärkezellreihen sind unschwer aufzuweisen.

26. ***E. Nivulia*** Haw. (Ostindien, Meebold n. 2682).

a) Hautgewebe. Die Epidermis hat wegen des Alters des Stammstückes einem Korkgewebe Platz gemacht, das wie bei den anderen Arten in der zweiten Zellschicht seinen Ursprung nimmt. Es besteht aus etwa 20 Schichten sehr dünnwandiger, radial zusammengepreßter, d. h. tafelförmiger Korkzellen. In demselben Maße, wie oben Zellen abgenutzt werden, rücken von unten neue nach.

b) Das Assimilations- und Speichersystem entsteht aus der ersten subepidermalen Zellreihe, die hier mit dem Phellogen zusammenfällt. Speicherzellen rundlich, eine Form, die bis an den Leitzylinder beibehalten wird. Die mittleren unterscheiden sich von den äußeren nur durch größeres Volumen. Sie sind durchschnittlich $21 \times 16\,\mu$ groß.

c) Spaltöffnungen waren selbstverständlich nicht mehr zu sehen.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Leitungssystem. Holzkörper außerordentlich stark entwickelt, das Phloem verschwindet dagegen. Gefäße selten nnd zerstreut, mit spiraliger Aussteifung; überwiegend Holzprosenchym, meist quergeteilt, stark kollenchymatisch entwickelt und mit einfachen Tüpfeln besetzt. Als letzter Bestandteil mögen die Markstrahlen erwähnt sein. Ihre Zellen radial gestreckt. Wand dünner als bei den anderen Holzelementen. Tüpfelung leicht zu sehen. Das Leitungssystem geht nicht wie bei den meisten Arten in ein zartwandiges zentrales Parenchym über, sondern die Markzellen sind verholzt, überall stark getüpfelt, rundlich, so groß wie die Rindenzellen oder größer, die unmittelbar das Holz berührenden kleiner. Rindenständige Gefäßbündel nicht selten.

f) Große Milchröhren treten deutlich erst in der Nähe des Holzzylinders auf. Sie sind nicht sehr zahlreich, auch nicht zu Gruppen vereint, sondern eher isoliert. Durchmesser 31 μ, Wand 3,5 μ dick. Kleine Röhren sehr zerstreut in den entferntesten Partien der Rinde.

27. *E. Nyassae* Pax (Ostafrika, Goetze n. 1443).

a) Epidermis. Zellen flach, tafelförmig, 31 × 21 μ groß. Außenwand eben oder nur sehr schwach vorgewölbt, 3,5 μ dick. Cuticula deutlich, doch dünn. Cutinschichten $^2/_3$, Zellulose $^1/_3$ der Außenwand bildend. Die unverdickten Seitenwände sowie die Innenwand bestehen aus Zellulose. Zwergzellen ziemlich häufig, auch außerhalb der ersten beiden Zellschichten, freilich epidermisnah. Im Flächenschnitt Zellen unregelmäßig polygonal, mit geraden Seitenwänden.

b) Die erste subepidermale Zellschicht verrät sich als Meristem des Assimilations- und Speichersystems. Speicherzellen eine Strecke weit radial gestreckt, doch nur ganz entfernt an ein Palisadenparenchym erinnernd, weiter innen von schwammiger Textur. Chlorophyllverteilung wie immer, d. h. in der Nähe der Epidermis am reichsten, erst an der Grenze zwischen Wasserspeicher und Leitungssystem verschwindend. Das Mark, an der Wasserspeicherung Anteil nehmend, mit den größten und zartesten Zellen.

c) Spaltöffnungen wie bei den andern Arten aus der Sektion *Diacanthium*. Nur die Schließzellen an den Nebenzellen hinabgerückt. Vorhof- und Hinterhofleisten zipfelförmig gegen den Spalt vorspringend. Stomata senkrecht zur Stammachse orientiert, doch nicht konstant. Ihre Zahl beträgt 20 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Leitungssystem. Sekundäres Holz ist bereits entwickelt. Phloem reduziert. Bestandteile des Holzes: wenige Gefäße und Tracheiden mit Spiralverdickung, überwiegend ungeteiltes und quergeteiltes Prosenchym. Mark-

strahlzellen radial gestreckt. Tüpfel bei sämtlichen Holzelementen einfach. Der Holzring ist noch nicht geschlossen. Daher liegt zwischen den einzelnen Teilen primäres Speicherparenchym. Rindenständige Gefäßbündel nicht selten.

f) Milchröhren. Vereinzelte große Röhren an der Außenseite des Phloems. Ihr Durchmesser 59 μ, die Wand erreicht bisweilen die ansehnliche Stärke von 24 μ. Im Mark und in den äußeren Rindenteilen verlaufende Röhren sind als Abzweigungen der großen aufzufassen und besitzen ein engeres Lumen. Ihre Zahl vermindert sich, je weiter sie vom Entwicklungszentrum abrücken.

28. ***E. ornithopus*** Jacq. (Lebendes Material).

a) Epidermis (**14**. 30). Zellen flach, 32 × 28 μ groß. Außenwand eben oder schwach vorgewölbt, 10—12 μ dick. Cuticula deutlich, freilich zart, das Cutin bildet $^2/_3$ der Außenwand, $^1/_3$ sowie die normalen Innen- und Seitenwände bestehen aus Zellulose. Zwergzellen mit einem Durchmesser von 13—14 μ. Von der Fläche gesehen sind die Epidermiszellen unregelmäßig polygonal, isodiametrisch oder gestreckt, mit geraden Seitenwänden. Entwickelt sich Kork, so wird das Rindenmeristem unmittelbar zum Phellogen.

b) Das Assimilations- und Speichersystem geht aus der ersten subepidermalen Zellreihe hervor. Rindenzellen zartwandig, rundlich, nach der Mitte zu größer, in der Nähe des Leitungssystems nur wenig kleiner. Chlorophyll stetig von der Peripherie nach der Mitte zu abnehmend.

c) Spaltöffnungen nicht eingesenkt; im Gegenteil, entweder allein oder unter Beteiligung einiger Epidermiszellen aus der Nachbarschaft über die Epidermis fast hügelartig emporgewölbt. Schließzellen an den Nebenzellen nicht herabgesenkt; in ihrer Gestalt gleichen sie den Schließzellen, die für die Vertreter der Sektion *Diacanthium* typisch sind. Querschnittsbild ellipsoidisch, Vorhof- und Hinterhofleiste gut entwickelt, beide kurz schnabelförmig gegen den Spalt vorspringend. Nebenzellen etwa doppelt

so hoch wie die Schließzellen, die von ihnen bogig umfaßt werden. Stomata verschieden, doch meist parallel zur Stammachse orientiert. Zahl der Spaltöffnungen 30—32 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Leitungssystem. Bündel von einander getrennt. Kein Sekundärholz. Xylem und Phloem relativ reichlich. Bestandteile des Xylems sind Spiralgefäße, Spiraltracheiden, und etwas zartwandiges Holzprosenchym. Das ans Xylem grenzende Mark ist zu Leitparenchym umgewandelt. Rindenständige Gefäßbündel vorhanden.

f) Große Milchröhren zahlreich um den Leitungszylinder geschart. Engere und spärlichere Röhren in den äußeren Rindenbezirken und im Mark. Durchmesser großer Röhren bis 63 μ, Wandstärke 12,5 μ.

29. ***E. Pimeleodendron*** Pax (Ostafrika, Winkler n. 4298).

a) Epidermis. Zellen flach, tafelförmig, 42 × 31 μ groß. Außenwand eben oder schwach vorgewölbt. Cuticula deutlich, zart. Das Cutin durchsetzt die 11 μ starke Außenwand sowie die Seitenwände mit Ausnahmen der untersten Partien vollständig, erst die letztgenannten Teile nebst den Innenwänden bestehen aus Zellulose. Im Flächenschnitt Zellen unregelmäßig polygonal, ± isodiametrisch mit geraden Seitenwänden.

b) Assimilations- und Speichersystem. Die erste subepidermale Zellschicht ist das Bildungsgewebe des kräftigen Rindenmantels. Eigentliche Speicherzellen isodiametrisch oder radial gestreckt, zartwandig, mitunter zu radialen Reihen zusammentretend, außen am kleinsten, in der Mitte voluminöser, in der Nähe des Leitungssytems wieder unscheinbar. Chlorophyllgehalt wie immer. Im Mark die größten Zellen überhaupt.

c) Spaltöffnungen als Ganzes betrachtet nicht eingesenkt, Schließzellen hingegen an der Innenseite der Nebenzellen ein wenig hinabgerückt. Feinere Einzelheiten konnten

aus Mangel an guten Querschnitten nicht genau erkannt werden. Stomata parallel der Stammachse, doch nicht konstant. Ihre Zahl beträgt 44—48 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Leitungssystem. Sekundärholz in ziemlich breitem Ringe. Bestandteile sind überwiegend getüpfeltes Holzparenchym und Holzprosenchym, wenige Spiralgefäße, Spiraltracheiden und radial gestreckte Markstrahlzellen. Größere Gefäße mit einem Durchmesser von 17 μ. Phloem spärlich. Rindenständige Gefäßbündel vereinzelt.

f) Weite Milchröhren an der Außenseite des Phloems, Durchmesser 38 μ, Wandstärke 3,5 μ; ihre Ausläufer in den äußeren Rindenbezirken enger als die Hauptröhren.

30. ***E. polyacantha*** Boiss. (Abessinien, Rosen).

a) Epidermis. Zellen flach, tafelförmig, 21 × 28 μ groß. Außenwand eben, ihre Cuticula deutlich, aber zart; $^4/_5$ der 8 μ starken Wand Cutin, das letzte Fünftel Zellulose. Die wenig oder kaum verdickten Seitenwände und die Innenwand enthalten nur Zellulose. Zwergzellen nicht selten. Im Flächenschnitt Zellen unregelmäßig polygonal, ± isodiametrisch mit geraden Seitenwänden.

b) Assimilations- und Speichersystem. Die erste subepidermale Zellreihe ist Rindenmeristem. Eigentliche Speicherzellen radial gestreckt, in der Mitte rundlich. Chlorophyllverteilung wie immer. Im Mark die größten Zellen überhaupt.

c) Spaltöffnungen nicht eingesenkt. Schließzellen in allen Eigenschaften wie bei den übrigen Vertretern der Sekt. *Diacanthium*. Nebenzellen desgl. Spalte senkrecht zur Stammachse, doch ohne Konstanz. Ihre Zahl beträgt 32 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Leitungssystem. Das kräftig entwickelte Sekundärholz in eine Anzahl Massivs zerlegt, deren jedes, von langovaler Gestalt, seine breiteste Stelle in der Mitte hat;

Zwischenraum mit zartwandigem Speichergewebe ausgefüllt. Der Holzkörper überwiegend aus ungeteilten und quergeteiltem Prosenchym, wenig Holzparenchym und einigen Spiralgefäßen und Spiraltracheiden aufgebaut. Die Markstrahlen mit radial gestreckten Elementen. Phloem sehr spärlich. Rindenständige Gefäßbündel wurden öfters beobachtet.

f) Milchröhren. In breitem Gürtel liegen weite, stark verdickte Milchröhren an der Außenseite des Phloems. Mit steigender Entfernung werden die Röhren enger und spärlicher. Durchmesser der großen Milchröhren durchschnittlich 90 μ, Wandstärke 21 μ.

31. *E. pseudocactus* Berger (Lebendes Material).

a) Epidermis. Zellen tafelförmig, 50 × 22 μ groß. Außenwand eben oder schwach vorgewölbt. Cuticula deutlich, aber zart. Das Cutin durchdringt 3/4 der 5—7,5 μ dicken Wand, ein Viertel bleibt der Zellulose vorbehalten. Seitenwände kurz und gedrungen, im mittleren Teil cutinisiert. Zwergzellen leicht zu finden. Im Flächenschnitt Zellen unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden.

b) Das Assimilations- und Speichersystem geht aus der ersten subepidermalen Zellreihe hervor. Eigentliche Speicherzellen rundlich bis quadratisch, in der Mitte voluminöser. Zusammenhang stetig schwammiger. Chlorophyllverteilung wie immer. Im Mark, das auch Wasser speichert, die größten Zellen überhaupt.

c) Spaltöffnungen als Ganzes betrachtet nicht eingesenkt, hingegen die Schließzellen an den Nebenzellen hinabgerückt; die übrigen histologischen Eigenschaften wie bei den andern *Diacanthium*arten. Die Spalte sind vorwiegend senkrecht zur Stammachse orientiert. Ihre Zahl beträgt 20—30 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Leitungssystem. Isolierte Bündel. Sekundärholz beginnt sich zu bilden. Xylem nur aus wenigen, in radialen Reihen stehenden, spiraligen Gefäßen und Tracheiden zu-

sammengesetzt; als sekundäres Element kommt hauptsächlich Holzprosenchym mit zarten Wänden in Betracht. Phloem spärlich entwickelt. Rindenständige Gefäßbündel nicht selten.

f) Große Milchröhren an der Außenseite des Phloems, Durchmesser 60—74 μ, Wandstärke 7—10 μ. Mit wachsender Entfernung geht ihre Zahl und ihr Lumen zurück. Milchröhren oft von stärkereichen Zellzügen begleitet.

32. *E. pteroneura* Berger (Lebendes Material).

a) Epidermis. Zellen ± isodiametrisch, 18×14 μ groß. Außenwand eben, 4—5 μ dick, innen ein zartes Zellulosehäutchen, sonst cutinisiert. Seiten- und Innenwände aus Zellulose. Zwergzellen sehr zahlreich, bisweilen mit einem Durchmesser von 12 μ. Einzelne Zellen papillös ausgebildet. Ihre Außenwand stärker als bei den normalen Elementen. Im Flächenschnitt Zellen unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden. Die Papillen sind deutlich zu unterscheiden.

b) Das Assimilations- und Speichersystem entsteht aus der ersten subepidermalen Zellreihe. Eigentliche Speicherzellen rundlich, außen klein, in der Mitte am voluminösesten, am Leitungssystem wieder kleiner. Chlorophyllverteilung wie gewöhnlich. Im Mark die größten Zellen.

c) Spaltöffnungen nicht eingesenkt. Nur die Schließzellen an der Innenseite der Nebenzellen ein wenig herabgesenkt. Eigenschaften des Apparates wie bei den andern Arten. Die Spalte liegen parallel zur Stammachse. Ihre Zahl beträgt 24 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Leitungssystem. Bündel zerstreut. Ihre Anordnung richtet sich nach den Umrissen des Stammes. Die vorspringenden Kanten, die dieser bildet, kehren im Cambium wieder. Dazu kommt, daß an jeder Ecke ein größeres Gefäßbündel zur Entwicklung gelangt. Xylem und Phloem

spärlich, jenes nur mit einigen, in radialen Reihen stehenden Spiralgefäßen und Spiraltracheiden.

f) Die Milchröhren haben einen geringen Durchmesser (36 μ) und eine zarte Wand, so daß sie auf dem Querschnitt kaum sichtbar sind. Sie liegen an der Außenseite des Phloems und senden engere Abzweigungen nach der Rinde und ins Mark.

g) Stärke reichlich, vor allem zu beiden Seiten des Gefäßbündelrohres.

33. ***E. pugniformis*** Boiss. (Capland, Mac Owan n. 1957).

a) Epidermis. Zellen flach, 35 × 21 μ groß. Außenwand eben oder schwach vorgewölbt, Cuticula deutlich, aber dünn. Das Cutin durchdringt die Hälfte der 8 μ dicken Außenwand, der andere Teil, die unverdickten Seiten- und Innenwände bestehen ganz aus Zellulose. Zwergzellen nicht selten. Im Flächenschnitt Zellen ± isodiametrisch, unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden.

b) Das Assimilations- und Speichersystem geht aus der ersten subepidermalen Zellreihe hervor. Zellen anfänglich radial gestreckt, innen größer und rundlicher, Textur schwammiger, in der Nähe des Leitungssystems an Größe wieder nachlassend. Im Mark die größten Zellen überhaupt. Chlorophyllverteilung wie gewöhnlich.

c) Spaltöffnungen waren aus Mangel an geeigneten Querschnitten nicht zu finden.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Leitungssystem. Bündel zerstreut, Xylem und Phloem spärlich. Das Xylem besteht einzig und allein aus einigen Spiralgefäßen und Spiraltracheiden, die zu radialen Reihen vereinigt und wegen ihres geringen Durchmessers sehr unscheinlich sind. Rindenständige Bündel waren öfters zu bemerken.

f) Die größten und zahlreichsten Milchröhren an der Außenseite des Leitungssystems. Durchmesser 38 μ, Wandstärke 14 μ. Kleinere, die Abzweigungen der großen, durchziehen die äußeren Rindenpartien und das Mark.

34. *E. resinifera* Berg. (Lebendes Material).

a) Epidermis (**13.24**). Zellen tafelförmig, 50×35 μ groß; Außenwand 7 μ dick, eben oder schwach vorgewölbt; Cuticula deutlich, zart; die Außenwand so stark cutinisiert, daß für die Zellulose nur 1 μ übrigbleibt. Seiten- und Innenwände unverdickt, nur Zellulose enthaltend. Zwergzellen häufig Auf der Epidermis ein schwacher Wachsüberzug. Von oben gesehen, Zellen unregelmäßig polygonal, ± isodiametrisch und mit geraden Seitenwänden.

b) Assimilations- und Speichersystem. Die zweite Zellschicht ist das Bildungsgewebe der starken Rinde. Speicherzellen rundlich oder quadratisch, in der Mitte größer, Chlorophyllverteilung wie immer. Im Mark die größten Zellen überhaupt.

c) Spaltöffnungen. Nur die Schließzellen sind versenkt; ihr Querschnittsbild ist ellipsoid. Vorhof- und Hinterhofleisten deutlich, vor allem die ersteren zahnförmig gegen den Spalt vorspringend. Nebenzellen auf ihrer dem Spalt zugekehrten Seite die Schließzellen bogig umfassend, etwa doppelt so hoch wie diese. Die Spalte sind senkrecht zur Stammachse orientiert, freilich nicht konstant. Ihre Zahl beträgt 24 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Die Gefäßbündel sind isoliert. Phloem und Xylem sehr stark reduziert; letzteres mit wenigen Spiralgefäßen und Spiraltracheiden, sonstige Bestandteile fehlen.

f) Milchröhren isoliert, aber doch in größerer Anzahl an der Außenseite des Phloems; hier am weitlumigsten und dickwandigsten, Durchmesser 51 μ, Wandstärke etwa 4—5 μ. In den äußeren Rindenbezirken und im Mark spärlichere Röhren, die immer feiner werdenden Abzweigungen der Hauptkanäle.

35. *E. Rossiana* Pax (Mexiko, Purpus).

a) Epidermis. Zellen isodiametrisch oder schwach tafelförmig, manchmal auch radial gestreckt; durchschnittliches Größenverhältnis 21 × 21 μ. Außenwand vorgewölbt,

4 μ dick; Cuticula deutlich; Cutin allein die Außenwand sowie den oberen Teil der verdickten Seitenwände bildend. Zellulose kommt erst in der unteren Hälfte der Seitenwände und in der Innenwand zu voller Entwicklung. Im Flächenschnitt Zellen ± isodiametrisch, unregelmäßig polygonal und mit geraden Seitenwänden. Auf der Epidermis ein Wachsüberzug. Einzige Art mit einzelligen kurzen Haaren, die, wenn auch nicht gerade zahlreich, doch stets leicht zu finden sind. Sie werden dreimal so hoch wie die gewöhnlichen Oberhautzellen; Wand, nur Cutin enthaltend, stark verdickt, vor allem im obern Teile; Lumen daher nur als schmaler Streifen sichtbar. Von oben gesehen bilden die Haare kleine Kreise auf der polygonalen Epidermiszelle.

b) Assimilations- und Speichersystem. Anfänglich radial gestreckt, werden die Speicherzellen bald rundlich, ihr Zusammenhang schwammiger. Nachdem sie in der Mitte der Rinde ihre größten Dimensionen erreicht haben, gehen sie nahe am Leitungszylinder wieder zurück. Chlorophyllverteilung wie immer. Im Mark die größten Zellen überhaupt.

c) Spaltöffnungen meist parallel zur Stammachse orientiert, mit einem Paar Nebenzellen. Histologische Einzelheiten können nicht gegeben werden, weil im Querschnitt keine Spaltöffnungen getroffen wurden. Der Wachsüberzug auf der Epidermis öffnet sich erst über den Stomata. Ihre Zahl beträgt 28 auf 1 qmm.

d) Mechanisches System. Der ganze mittlere Zylinder ist von einem mechanischen Gürtel umpanzert. Einmal liegt über jeder Phloemgruppe ein aus Bastfasern zusammengesetzter mechanischer Strang, der Perizykel, dann sind die Zwischenräume zwischen je zwei Bastgruppen von mechanischen Zellen ausgefüllt. Ihre kollenchymatische Ausbildung glaube ich genau erkannt zu haben; zunächst freilich dachte ich an zusammengetrocknete und daher kollabierte Zellen, ähnlich wie sie zustande kommen, wenn durch ein wachsendes markständiges Phloem die weiter innen gelegenen Markzellen zusammengedrückt werden.

e) Leitungssystem. Holzkörper sehr stark. Die Markstrahlen, aus radial gestreckten Zellen bestehend, zerlegen den Zylinder in bis 3 Zellen breite Sektoren, die zum größten Teile aus verdicktem, einfach getüpfeltem Holzprosenchym aufgebaut sind; Spiralgefäße und Spiraltracheiden, manche mit einem Durchmesser von 28 μ, selten. Phloem spärlich. Rindenständige Bündel stets vorhanden, ihre Verteilung regelmäßig.

f) Milchröhren an der Außenseite des Phloems zahlreich und weitlumig; Durchmesser 59 μ, Wandstärke 7 μ. Engere Röhren über die äußeren Rindepartien und das Mark verstreut.

36. *E. Schimperi* Presl. (Lebendes Material).

a) Epidermis. Zellen isodiametrisch oder schwach tafelig, 29 × 24 μ groß. Außenwand vorgewölbt, 7 μ dick. Cuticula deutlich, doch dünn, $^4/_5$ der Außenwand aus Cutin, $^1/_5$ aus Zellulose gebildet. Die unverdickten Seiten- und Innenwände bestehen nur aus Zellulose. Zwergzellen nicht selten. Im Flächenschnitt Zellen unregelmäßig polygonal, ± isodiametrisch mit geraden Seitenwänden.

b) Assimilations- und Speichersystem. Die erste subepidermale Zellreihe ist das Bildungsgewebe des Rindenmantels. Die Rindenzellen bilden ein tiefes Palisadenparenchym, das ohne scharfe Grenze in die erst am Leitungssystem hervortretenden rundlichen Speicherzellen übergeht. Durchmesser größerer Palisadenzellen radial 90—110 μ, tangential 45 μ oder weniger. Chlorophyllverteilung wie gewöhnlich. Im Mark, das auch als Wasserspeicher dient, die größten Zellen überhaupt.

c) Spaltöffnungen als Ganzes betrachtet nicht eingesenkt, die Schließzellen hingegen an der Innenseite der Nebenzellen bis in mittlere Höhe hinabgerückt. So kommt eine äußere Atemhöhle zustande. Alles andere wie sonst. Bemerkenswert ist noch die Größe der Nebenzellen; der radiale Durchmesser übertrifft den der Schließzellen um

mehr als das Doppelte. Die Stomata liegen parallel zur Stammachse, ihre Zahl beträgt 44 auf 1 qmm.

d) Mechanisches System. Kleine Gruppen von Bastfasern lagern über den Phloemsträngen. Einzelfasern fehlen.

e) Gefäßbündel mitunter durch eben entwickeltes sekundäres Holz verbunden. Xylem und Phloem kümmerlich, ersteres mit geringer Menge zartwandigen Parenchyms und wenigen, in radialen Reihen stehenden Spiralgefäßen, letzteres ein kleinzelliges, oben und unten zusammengedrücktes Gewebe.

f) Milchröhren. Wie immer sind die dem Leitungssystem benachbarten Rindenmilchröhren die größten; Durchmesser 31 μ, Wand sehr zart. In den äußeren Rindenpartien und im Mark nur enge, weniger zahlreiche Röhren.

g) Stärke. Mark sehr stärkereich, Rinde ärmer. Enge Lagebeziehungen zwischen Reservestärke und Milchröhren unverkennbar.

37. ***E. Schinzii*** Pax (Transvaal, Rehmann n. 4347, 5746).

a) Epidermis. Zellen flach, tafelförmig, 31 × 52 μ groß. Außenwand 10 μ dick, Cuticula deutlich, Hälfte der Außenwand Cutin, die andere Zellulose; das Cutin greift zapfenförmig auf die Seitenwände über, die selbst ebenso wie die verdickten Innenwände aus Zellulose aufgebaut sind. Zwergzellen zahlreich. Im Flächenschnitt Zellen unregelmäßig polygonal, ± isodiametrisch mit geraden, verdickten Seitenwänden.

b) Assimilations- und Speichersystem. Zellen sämtlich rundlich, ein schwammiges Gefüge bildend, in der Mitte am größten, in der Nähe des Leitungssystems etwas kleiner. Chlorophyllverteilung wie gewöhnlich.

c) Spaltöffnungen. Geeignete Querschnitte der Spaltöffnungen konnten wegen der schlechten Konservierung des Materials nicht hergestellt werden. Immerhin ließ sich konstatieren, daß die Schließzellen an der Innenwand der

ziemlich großen Nebenzellen hinabgerückt sind. Auch sonst scheinen keine abweichenden Verhältnisse vorzuliegen. Stomata quer zur Stammachse orientiert, doch nicht konstant; ihre Zahl beträgt 16—20 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt völlig.

e) Leitungssystem. Sekundärholz vorhanden. Phloem spärlich. Hauptbestandteil des Holzes oft quergeteiltes, dickwandiges Prosenchym; von untergeordneter Bedeutung sind Spiralgefäße und Spiraltracheiden. Markstrahlzellen radial gestreckt, ihre Wand nicht so stark wie beim Holzprosenchym. Tüpfel stets einfach. Rindenständige Gefäßbündel.

f) Große Milchröhren einzig und allein in der Nähe des Phloems. Durchmesser 59 μ, Wand 21 μ. Sehr vereinzelt liegen engere Röhren in den anderen Rindenpartien und im Mark.

38. *E. schizacantha* Pax (Somaliland, Riva n. 764).

a) Epidermis. Zellen isodiametrisch mit kleinen Schwankungen, 28 × 28 μ groß. Außenwand eben oder unbedeutend vorgewölbt, 14 μ stark; Cuticula deutlich, 1/3 der Außenwand Cutin, die letzten 2/3, die Seiten- und Innenwände Zellulose. Zwergzellen vorhanden. Im Flächenschnitt Zellen unregelmäßig polygonal, ± isodiametrisch, mit geraden Seitenwänden.

b) Das Assimilations- und Speichersystem entsteht durch Teilung aus der ersten subepidermalen Zellreihe. Rindenzellen ± isodiametrisch, in radialen Reihen angeordnet, ein immer schwammigeres Gefüge annehmend. Größe der Zellen in der für die *Diacanthium*arten typischen Weise verschieden, Chlorophyllverteilung desgleichen. Im Mark, das wie die Rinde Wasser speichert, die größten Zellen überhaupt.

c) Spaltöffnungen. Nur die Schließzellen eingesenkt. Einzelheiten der Struktur wie bei den bisher beschriebenen Arten der Sektion; Nebenzellen die in der Mitte ihrer

Innenwand angehefteten Schließzellen bogig umgreifend. Stomata meist senkrecht zur Stammachse orientiert.

d) Ein mechanisches System fehlt völlig.

e) Leitungssystem. Bündel isoliert, durch breite primäre Markstrahlen aus Speicherzellen getrennt. Holz- und Siebteil reduziert. Spiral-Gefäße, unter ihnen nur wenige große, mitunter in radialen Reihen. Andere Bestandteile sind nicht vorhanden. Rindenständige Gefäßbündel.

f) Die größten Milchröhren bilden beinahe einen geschlossenen Ring um den Leitungszylinder. Ihr Durchmesser beträgt 25 μ, die Wandstärke 10 μ. In den äußeren Rindenpartien und im Marke werden die Röhren enger, auch verringert sich ihre Zahl.

39. *E. splendens* Bojer (Lebendes Material).

a) Hautsystem (**13.** 35). Epidermis bereits durch Kork vertreten. Das Phellogen bildet sich in der ersten subepidermalen Zellreihe. Nach außen sind etwa 10—12 Zellschichten abgeschieden. Zellen zartwandig, tafelförmig, 49 × 16 μ groß und streng zu radialen Reihen angeordnet, die obersten mit braunem Inhalt schuppen sich in demselben Maße ab, wie neue Elemente entstehen.

b) Speichergewebe. Der Stamm enthält kein Assimilationssystem, sondern der gesamte Rindenmantel dient als Wasserspeicher. Etwa die ersten 5 Zellagen sind kollenchymatisch ausgebildet. Ihre Zellen isodiametrisch, unregelmäßig polygonal, ziemlich klein, durchschnittlich 35 × 35 μ groß. Wand mitunter bis 7 μ dick, aus Zellulose bestehend. Wo mehrere Zellen aneinanderstoßen, liegen kleine Interzellularräume. Hauptmasse der Rinde von zartwandigen, in schwammigem Verbande stehenden Zellen gebildet. Allgemeine Größenverhältnisse wie gewöhnlich. Im Mark die größten Zellen überhaupt.

c) Ein mechanisches System fehlt vollkommen.

d) Leitungssystem. Sekundärholz bereits gebildet. Immerhin ist die Holzproduktion noch nicht so weit fort-

geschritten, daß man die einzelnen Gefäßbündel nicht mehr erkennen könnte. Xylem und Phloem schwach entwickelt. Ersteres nur mit wenigen weitlumigen (42 μ) Spiralgefäßen und Spiraltracheiden, die radial aneinandergereiht sind. Rindenständige Gefäßbündel. Sekundärelemente vorwiegend zartwandiges Holzprosenchym.

e) Milchröhren. Zahlreiche große Milchröhren an der Außenseite des Phloems, Durchmesser 52 μ, Wandstärke 7—10 μ. In den äußeren Rindenpartien und im Mark engere Röhren, die Abzweigungen der großen.

f) Stärke. Mark und Rinde sind stärkereich; selbst in den kollenchymatischen Rindenzellen finden sich ovale Stärkekörnchen.

40. *E. Bojeri* Hook. (Lebendes Material).

Da sich *E. Bojeri* sehr eng an *E. splendens* anschließt, werden hier nur die geringfügigen Unterschiede angeführt. Diese betreffen zunächst das mechanische System. An der Außenseite des Phloems kleine, wenigzellige Gruppen von Bastfasern. Sie sind weitlumig, etwa so stark verdickt wie die Milchröhren. Schichtung der Wand ist nicht bemerkbar. Sodann ist der Holzkörper bedeutend stärker entwickelt als bei *E. splendens*. Daher sind auch Markstrahlen mit den typischen radialgestreckten Zellen bemerkbar.

41. *E. taitensis* Pax (Ostafrika, Winkler n. 1439).

a) Epidermis. Zellen flach, tafelförmig, 21 × 14 μ groß. Außenwand eben, Cuticula deutlich, doch zart; Cutinschichten kaum mächtiger als die Zelluloseschichten, beide zusammen 7 μ dick. Seiten- und Innenwände aus Zellulose. Zwergzellen häufig. Im Flächenschnitt Zellen polygonal, ± isodiametrisch mit durchweg geraden Seitenwänden.

b) Assimilations- und Speichersystem. Es gelten sowohl hinsichtlich der Rindeninitiale wie der eigentlichen Speicherzellen nach allen Eigenschaften die bei

den übrigen Vertretern der Sektion *Diacanthium* namhaft gemachten Verhältnisse.

c) Spaltöffnungen nicht eingesenkt, wohl aber die Schließzellen an den Nebenzellen hinabgerückt. Dadurch ist eine äußere Atemhöhle angedeutet. Die feineren Einzelheiten der Spaltöffnungen sind die für die *Diacanthium*-arten typischen. Stomata quer zur Stammachse gestellt, doch finden sich auch Übergänge bis zur Parallellage. Ihre Zahl beträgt 32—36 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt vollständig.

e) Leitungssystem. Sekundäres Holz. Phloem spärlich. Holzzylinder mit wenigem, schwach verdicktem Prosenchym, einigen Spiralgefäßen und Spiraltracheiden. Markstrahlen mit radial gestreckten Zellen. Rindenständige Gefäßbündel.

f) Milchröhren zahlreich und am weitlumigsten an der Außenseite des Phloems. Durchmesser 59 μ, Wand 8 μ. Nach der Peripherie hin und im Marke kleinere Röhren, die Abzweigungen der großen.

42. ***E. tetracanthoides*** Pax (Ostafrika, Goetze n. 1004).

a) Epidermis. Zellen isodiametrisch, häufiger tafelförmig, 28×24 μ groß. Außenwand eben, mittelmäßig verdickt, ²/₃ aus Cutin, ¹/₃ aus Zellulose gebildet. Die schwach verdickten Seiten- und Innenwände enthalten nur Zellulose. Zwergzellen. Im Flächenschnitt Zellen polygonal, ± isodiametrisch, mit durchgehend geraden Seitenwänden. Auf der Epidermis ein zarter Wachsüberzug.

b) Assimilations- und Speichersystem. Bildungsstätte ist die erste subepidermale Zellschicht. Rindenzellen sämtlich rundlich, nur die Größe wechselt. Außen sind sie am kleinsten, in der Mitte größer, am Leitungssystem wieder kleiner. Das Mark, auch im Dienste der Wasserspeicherung stehend, mit den größten Zellen überhaupt.

c) Spaltöffnungen nicht eingesenkt, hingegen die Schließzellen an der Innenseite der größeren Nebenzellen

hinabgerückt. Die genaueren Einzelheiten sind die gleichen wie bei den anderen Arten der Sektion *Diacanthium*. Die Stomata liegen senkrecht zur Stammachse, daneben Übergänge bis zu gleichgerichteten Spalten. Ihre Zahl beträgt 24 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Leitungssystem. Bündel ± isoliert, da der erste Anfang zur Bildung sekundären Holzes gemacht ist. Xylem und Phloem unansehnlich, jenes in breitkeilförmigen Komplexen mit wenigen Spiralgefäßen, Spiraltracheiden und überwiegendem, schwach getüpfeltem Holzprosenchym. Rindenständige Gefäßbündel leicht zu finden.

f) Milchröhren in der Nähe des Phloems am weitesten und zahlreichsten. Durchmesser 77 μ, Wandstärke 17 μ. In vertikaler und horizontaler Richtung durchziehen kleinere Röhren, von den Hauptkanälen ausgehend, Mark und Rinde.

43. ***E. Thi*** Schweinf. (Eritrea, Schweinfurth n. 832, 834).

a) Epidermis. Zellen mehr oder weniger flach, 35 × 28 μ groß. Außenwand 15 μ dick, eben oder unbedeutend vorgewölbt; Cuticula deutlich, Cutin in der Außenwand vorherrschend, Zellulose nur ein schwaches Zellulosehäutchen bildend. Die wenig verdickten Seiten- und Innenwände aus reiner Zellulose. Zwergzellen häufig. Im Flächenschnitt Zellen unregelmäßig polygonal, ± isodiametrisch mit geraden Seitenwänden.

b) Assimilations- und Speichersystem. Die äußerste Zellschicht der kräftig entwickelten Rinde ist ihr Meristem. Eigentliche Rindenzellen radial gestreckt, erst gegen das Leitungssystem zu rundlich, immer schwammiger werdend, in der Mitte am größten. Im Mark, das auch als Wasserspeicher dient, die voluminösesten Zellen überhaupt. Chlorophyllgehalt wie bei den früheren Formen.

c) Spaltöffnungen als Ganzes nicht eingesenkt, hingegen die Schließzellen. Querschnittsansicht, Verdickungsleisten, Beschaffenheit der Nebenzellen wie bei den ver-

wandten Arten derselben Sektion. Innere Atemhöhle geräumig. Die Richtung der Stomata wechselt von senkrecht bis parallel zur Stammachse, ersteres häufiger. Zahl der Spalte 20 auf 1 qmm.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Leitungssystem. Bündel isoliert, auch die parenchymatischen primären Markstrahlen von einander getrennt. Phloem und Xylem unscheinbar, letzteres mit wenigen Spiralgefäßen, Spiraltracheiden und zartwandigem Holzprosenchym. Größere Gefäße mit einem Durchmesser von 14 μ.

f) Milchröhren. Hauptentwicklung an der Außenseite des Phloems. Hier die weitesten und zahlreichsten, mit einem Durchmesser von 86 μ und einer Wandstärke von 34 μ. In den entfernteren Rindenpartien und im Mark kleinere und spärlichere Milchröhren, die als Abzweigungen der Hauptkanäle gelten müssen.

g) Stärke fast allenthalben zu beobachten. Erwähnenswert ist das Auftreten stärkereicher Zellzüge um die Milchröhren.

44. *E. Tirucalli* L. (Lebendes Material).

a) Epidermis. (**2.** 289 ff. und **14.** 32) Zellen isodiametrisch, mitunter radial weiter als tangential, 20 × 20 μ groß. Außenwand eben, 6 μ stark; Cuticula deutlich, Hauptmasse der Außenwand und der säulenförmig verdickten Seitenwände Cutin mit deutlicher Schichtung. Die Zellulose beschränkt sich auf ein inneres Häutchen, das sich an der Basis der Seitenwände mit den nur aus Zellulose bestehenden Innenwänden verbindet. Zwergzellen vereinzelt. In der Flächenansicht Zellen unregelmäßig polygonal, mit geraden Seitenwänden. Die Spaltöffnungen sind von bestimmendem Einfluß auf das Oberflächenbild der Epidermis, da sie infolge ihrer eigentümlichen Anordnung diese in parallele Längsstreifen zerlegen. Die mit Stomata besetzten Längsbänder durch isodiametrische, die

stomatafreien durch längliche, kaum polygonale Zellen ausgezeichnet. Auf der Epidermis erhebt sich ein Wachsüberzug, auf den unten noch zurückzukommen sein wird.

b) Assimilations- und Speichersystem. Die erste subepidermale Zellschicht ist Rindenmeristem. Speicherzellen anfänglich radial gestreckt, allmählich rundlicher, ihr Verband schwammiger, in der Mitte am größten. Chlorophyllgehalt epidermisnah am reichsten, in der Nähe des Leitzylinders verschwindend, dazwischen alle Übergänge.

c) Spaltöffnungen unter Beteiligung der benachbarten Epidermiszellen eingesenkt, Schließzellen dagegen oben an den Nebenzellen angebracht, in allen Eigenschaften wie gewöhnlich. Nebenzellen doppelt so hoch wie die Schließzellen. Die an der Einsenkung teilnehmenden Epidermiszellen mit sehr kleinem tangentialen Durchmesser. Interessant ist eine Schornsteinbildung aus Wachs über den Spaltöffnungen. Die Stomata liegen parallel zur Stammachse. Ihre Zahl läßt sich nur ungenau bestimmen. Ich schätze ungefähr 60 auf 1 qmm.

d) Mechanisches System. Bastfasern, zu Bündeln vereint, über dem Phloem; isolierte über die ganze Rinde verteilt. Im Mark fehlen sie. Verdickung sehr stark, Lumen eng; Schichtung leicht festzustellen. Chemisch zeigen die Fasern Holz- und Zellulosereaktion.

e) Leitungssystem. Phloem reduziert. Sekundärholz zum größten Teil aus Holzparenchym und quergeteiltem Holzprosenchym, daneben einzelnen Spiral-Gefäßen und Spiraltracheiden zusammengesetzt. Markstrahlen mit radial gestreckten Zellen. Die prosenchymatischen, sowie die Markstrahlelemente führen reichlich Stärke. Rindenständige Gefäßbündel.

f) Milchröhren. In Menge nur an der Außenseite des Phloems. Hier auch am weitesten. Auf dem Querschnitt sind sie nur schwer zu sehen. Durchmesser 25 μ, Wand zart. Seitenzweige gehen nach dem Mark und in alle Teile der Rinde ab; sie sind eng und an Zahl gering

45. ***E. Laro*** Drake (Lebendes Material).

Diese Art schließt sich anatomisch so eng an *Tirucalli* an, daß sie unter dem Mikroskop von letzterer nicht zu trennen ist[1]).

46. ***E. triaculeata*** Forsk. (Nubien, Schweinfurth n. 840).

a) Epidermis. Zellen flach, tafelförmig, 35×21 μ groß. Außenwand eben, 7 μ dick. Cuticula deutlich. Cutin etwa die Hälfte der Außenwand aufbauend, die andere Hälfte sowie die Seiten- und Innenwände bestehen aus Zellulose. Zwergzellen häufig. Im Flächenschnitt Zellen unregelmäßig polygonal, ± isodiametrisch, mit geraden Seitenwänden. Stellenweise ist die Epidermis durch ein Korkgewebe vertreten, die zweite Zellschicht wird dann zum Phellogen.

b) Assimilations- und Speichersystem. Die erste subepidermale Zellreihe ist die Bildungsstätte für den Rindenmantel. Eigentliche Speicherzellen rundlich, zunächst klein, in der Mitte größer, erst in der Nähe des Leitungssystems wieder unansehnlicher. Chlorophyll außen am reichsten, allmählich spärlicher, endlich verschwindend.

c) Spaltöffnungen als Ganzes betrachtet nicht eingesenkt, hingegen die Schließzellen an der Innenseite der Nebenzellen hinabgerückt. Die histologischen Charaktere beider Zellarten sind die gleichen wie bei den andern Arten der Sektion. Spaltrichtung senkrecht oder parallel zur Stammachse.

d) Ein mechanisches System fehlt vollkommen.

e) Leitungssystem. Bündel isoliert, durch breite parenchymatische Streifen getrennt. Xylem und Phloem reduziert, ersteres mit wenigen Gefäßen und Tracheiden; Aussteifung in Form von engeren oder weiteren Spiralen,

---

[1]) Costantin und Galland trennen die beiden Arten durch die unrichtige Angabe, daß *Tirucalli* in den Längskanälen der Epidermis nur eine Reihe Spaltöffnungen birgt, *Laro* mitunter auch zwei.

Lumen klein; andere Bestandteile nicht entwickelt. Phloem ohne besondere, die Art kennzeichnende Eigenschaften. Rindenständige Gefäßbündel.

f) Milchröhren in großer Zahl und am weitlumigsten an der Außenseite des Phloems, beinahe einen vollständigen Röhrenring bildend. Durchmesser 87 μ, Wand 17 μ. Weniger zahlreich und englumiger im weiteren Bereich der Rinde und im Mark.

47. *E. trigona* Haw. (Lebendes Material).

a) Epidermis. Zellen tafelförmig, 45×24 μ groß. Außenwand eben, 5 μ dick, die größere Hälfte Cutin, die kleinere Zellulose; die normalen Seiten- und Innenwände ebenfalls Zellulose. Zwergzellen. Im Flächenschnitt Zellen unregelmäßig polygonal, ± isodiametrisch, mit geraden Seitenwänden.

b) Assimilations- und Speichersystem. Zweite Zellreihe Initiale der Rinde. Zellen isodiametrisch, bald rundlich, Textur schwammig, erst in der Nähe des Leitungssystems wieder kleiner. Das Mark, wie die Rinde Speicherapparat, enthält die größten Zellen des Stammes. Chlorophyllgehalt außen am reichsten, in der Mitte schwächer, am Leitungsgewebe verschwindend.

c) Spaltöffnungen nicht eingesenkt, hingegen die Schließzellen an den Nebenzellen hinabgerückt. Histologische Merkmale wie bisher in der Sektion *Diacanthium*. Die Stomata liegen senkrecht, doch auch parallel zur Stammachse. Ihre Zahl beträgt 16—20 auf 1 qmm.

d) Mechanisches System. Vor den einzelnen Phloemsträngen liegen einige, bisweilen nur 4 Fasern; Durchmesser wie sklerenchymatische Verdickung geringer als bei den Milchröhren. Schichtung der Zellulose ist nicht wahrzunehmen.

e) Leitungssystem. Sekundärholz ist bereits gebildet. Hauptbestandteil des Holzes: ungeteiltes und quergeteiltes Holzprosenchym; es folgen einige größere Spiralgefäße und Spiraltracheiden mit einem Durchmesser bis zu 42 μ und

radial gestreckte Markstrahlzellen. Phloem ohne spezifische Charaktere. Rindenständige Gefäßbündel.

f) Große Milchröhren (Durchmesser 56 μ, Wand 10 μ) zahlreich an der Außenseite des Phloems. Von da gehen engere Gefäße nach dem Mark und in die entfernteren Rindenpartien. Schichtung der Wand läßt sich deutlich verfolgen.

48. *E. venenifica* Boiss. (Centralafr., Schweinfurth n. 1827).

a) Hautsystem. Die Epidermis ist wegen des relativen Alters des Stammstückes durch ein Korkgewebe vertreten. Sein Entstehungsherd, das Phellogen, fällt mit der ersten subepidermalen Zellreihe zusammen. Die Peridermzellen tafelförmig, in radialen Reihen angeordnet, zartwandig. Tangentialer Durchmesser 100 μ.

b) Das sehr kräftig entwickelte Assimilations- und Speichersystem geht durch Teilung aus der ersten subepidermalen Zellreihe hervor. Textur durchweg schwammig. Das Volumen der Zellen schwankt; in der Mitte sind sie größer, außen und gegen das Leitungssystem kleiner. Die größten Zellen des Stammes im Markzylinder, der wie die Rinde Wasser speichert.

c) Spaltöffnungen waren selbstverständlich nicht mehr zu sehen.

d) Das mechanische System ist nicht einmal angedeutet.

e) Leitungssystem. Sekundärholz relativ reich gebildet. Bestandteile sind sehr vereinzelte Gefäße und Tracheiden mit eng- oder weitspiraliger Aussteifung, überwiegend ± zartwandiges, quergeteiltes oder auch ungeteiltes Holzprosenchym, endlich Markstrahlen mit typisch radial gestreckten Zellen. Beispiel des Längsdurchmessers einer Tracheide 330 μ. Rindenständige Gefäßbündel nicht schwer zu finden.

f) Milchröhren. An der Außenseite des Phloems zahlreiche Milchröhren mit einem Durchmesser von bisweilen 108 μ, bei einer Wandstärke von 28—35 μ. Von

dem Orte ihrer Hauptentwicklung ziehen sie vereinzelt, mit steigender Entfernung enger werdend, nach dem Mark und in die entfernteren Rindenpartien.

49. *E. virosa* Willd. (Lebendes Material).

a) Epidermis. (**3.** 72, **14.** 28.) Zellen isodiametrisch oder tafelförmig. Ein Größenbeispiel 24 × 24 μ. Außenwand 5 μ stark, vorgewölbt oder eben. Cuticula deutlich, aber zart. Die Außenwand wird zu 2/3 von Cutin, zu 1/3 von Zellulose gebildet. Die Seiten- und Innenwände bestehen nur aus Zellulose. Zwergzellen häufig. Im Flächenschnitt Zellen unregelmäßig polygonal mit geraden Seitenwänden.

b) Assimilations- und Speichersystem. Matrix des Rindenmantels ist die erste subepidermale Zellreihe. Speicherzellen radial wenig gestreckt und zu radialen Reihen angeordnet. Die mittleren voluminöser, ihr Zusammenhang schwammiger. Chlorophyllkörner peripherisch am reichlichsten, allmählich abnehmend und am Leitungssystem verschwindend. Im Mark die größten Zellen überhaupt.

c) Spaltöffnungen. Nur die Schließzellen an den sie bogig umgreifenden Nebenzellen herabgerückt. Die anderen Charaktere die gleichen wie bei den übrigen Formen der Sektion *Diacanthium.* Die Stomata liegen senkrecht, zuweilen auch ± parallel zur Stammachse.

d) Ein mechanisches System fehlt.

e) Leitungssystem. Bündel isoliert. Phloem und Xylem unscheinbar. Letzteres einzig und allein aus mehreren Spiraltracheiden und Spiralgefäßen zusammengesetzt. Andere Bestandteile sind nicht vorhanden. Das Phloem ohne Besonderheiten. Rindenständige Gefäßbündel.

f) Milchröhren. Phloemnahe am größten und zahlreichsten. In den anderen Rindenteilen und im Mark weniger häufig und auch enger. Durchmesser der großen Röhren 52 μ, Wand 10 μ.

50. *E. xylophylloides* Brongn. (Lebendes Material).

a) Epidermis (**2.** 310; **14.** 30; **15.** 1349). Zellen

isodiametrisch, 23 × 23 μ groß. Außenwand 9 μ dick, eben oder schwach vorgewölbt. Das Cutin durchdringt die Außenwand vollständig; auch die Seitenwände cutinisiert, doch hier bereits Zellulose, die in der Innenwand allein herrscht. Wohl die am stärksten cutinisierte Form. Zwergzellen. Auf der Epidermis ein zarter Wachsüberzug. Im Flächenschnitt Zellen unregelmäßig polygonal, ± isodiametrisch, mit geraden Seitenwänden.

b) Assimilations- und Speichersystem. Erste subepidermale Zellage Bildungsstätte für die Rinde. Speicherzellen rundlich, in der Mitte am voluminösesten, kleiner an der Außenseite des Bündelrohres. Chlorophyllgehalt außen am stärksten, weiter innen schwächer, in der Nähe des Leitungssystems verschwindend. Die Markzellen unterscheiden sich nicht von den Rindenzellen.

c) Spaltöffnungen unter Beteiligung der benachbarten Epidermiszellen eingesenkt. Schließzellen im obern Teile der Nebenzellen angebracht. Die sonstigen Eigenschaften sind wesentlich dieselben wie bei den bereits behandelten Arten. Stomata vorwiegend senkrecht zur Stammachse, doch auch parallel orientiert. Ihre Zahl beträgt 40 auf 1 qmm.

d) Mechanisches System. Jedes Phloembündel wird außen von einer Bastgruppe gefestigt. Die Fasern rundlich, mit sehr reduziertem Lumen und stark verdickter Wand, die eine reiche Schichtung aufweist. Mark und Rinde von isolierten Bastfasern durchzogen, diese übrigens von gleicher Beschaffenheit wie die zu Gruppen vereinigten.

e) Leitungssystem. Bündel isoliert. Xylem und Phloem reduziert. Einige Spiralgefäße und Spiraltracheiden, Hauptmasse zartes oder schwach verdicktes Holzprosenchym und Holzparenchym.

f) Milchröhren sehr schwer zu bemerken, da ihre Wand zart ist. Durchmesser 40 μ. Im Mark und in der äußeren Rinde von kleinerem Durchmesser und an Zahl geringer.

g) Stärke reichlich in der Rinde, in den Markstrahlen und im Holzparenchym, spärlich im Mark.

Beziehungen zwischen Anatomie und Systematik.

Scharf in die Augen fällt die morphologische Tatsache in der Gesamterscheinung der sukkulenten *Euphorbien,* der zufolge man von einem doppelten Typus, dem *Tirukallitypus* und der kaktoiden Form sprechen kann. Der Kürze halber bezeichne ich sie als Typus I und II. Nur in einem kleinen Grenzgebiete könnte man darüber im Zweifel sein, welche Gruppe vorliegt. Dann haben andere, nicht morphologische Gründe über die Zugehörigkeit zu entscheiden. Diese unsicheren Fälle werden zunächst beiseite gelassen. Die Zweiteilung der sukkulenten *Euphorbien* in die beiden morphologischen Typen läßt sich nun anatomisch weitgehend stützen.

Als erstes Unterscheidungsmerkmal leistet die Epidermis immerhin einige Dienste; denn im großen ganzen ist Typus I durch isodiametrische oder gar höhere Epidermiszellen gekennzeichnet, hingegen repräsentieren beim andern Formenkreis flache Elemente die Hautbedeckung. Die zweite Zellschicht, die Rindeninitiale, ist bei den letzterwähnten Vertretern in lebhafterer Teilung begriffen. Um zwischen dem I. und II. Typus sichere Trennungslinien zu führen, ist die Epidermis allein unzureichend. In der Lösung unserer Aufgabe kommt uns das Assimilationsgewebe insofern zu Hilfe, als ein typisches Palisadenparenchym nur bei Typus I, doch nicht immer und überall gebildet wird. *Diacanthium* hat es in keinem einzigen Falle dahin gebracht. Mit dem Angegebenen ist die Brauchbarkeit des Assimilationssystems, wenigstens in der Richtung der ersten Frage bereits erschöpft. Es hat jedoch, wie später gezeigt wird, den großen Vorzug, daß es uns in jenen Fällen zumal unterstützt, auf die das mechanische Gewebe keine systematische Anwendung verstattet. Einzelfasern neben einem Perizykel, der auch einige Arten der Sektionen *Diacanthium* u. a. auszeichnet, bleiben ausschließlich dem *Tirucalli*kreis vorbehalten. Hier ist der

Ort, eine Sippe, deren Stellung bei oberflächlicher Betrachtung unsicher erscheinen könnte, endgültig zu bestimmen. *E. xylophylloides* erweist sich, geprüft an dem Merkmal der einzeln verlaufenden Sklerenchymfasern, sofort zum Typus I gehörig.

Übrigens soll nicht unerwähnt bleiben, daß zuerst Costantin und Gallaud (2. 301—307) in dem Besitz isolierter Fasern eine Eigenschaft erkannten, die eine gegensätzliche Stellung der von ihnen gerade darauf gegründeten Sektion *Intisy* gegenüber allen andern sukkulenten *Euphorbien* bedingt. Innerhalb der Sektion *Intisy* gleicht der Perizykel in seinen Eigenschaften völlig den Einzelfasern, Übergänge zum abweichend gestalteten Perizykel der Sektionen *Diacanthium* u. a. vermitteln einige dem *Tirucalli*typus zuzurechnende Arten.

Der Spaltöffnungsapparat ist für die Systematik von geringem Werte. Es ist zu erwarten, daß bei der im wesentlichen gleichartigen Anpassung an gleiche Lebensbedingungen der Atem- und Transpirationsapparat der verschiedenen Abteilungen keine eigenen Wege gegangen ist. Immerhin zeigen sich kleine Bauvariationen geeignet, in dem Komplex unserer Pflanzen eine gewisse Scheidung vorzunehmen. Unter Beteiligung der Epidermis eingesenkte Apparate liegen im Hautgewebe mehrerer Arten vom Typus I, in der Sektion *Diacanthium* rücken ausschließlich die Schließzellen in die Tiefe, und für die *Meduseae, Anthacantha* u. a. ist der völlige Mangel einer Versenkung charakteristisch. Hinsichtlich der Richtung der Spaltöffnungen sagt die allgemeinste Bestimmung: Typus I besitzt längsgestellte Stomata, Typus II quergerichtete. Die Zahl der Spaltöffnungen dürfte systematisch wertlos sein.

Wie die spezielle und allgemeine Untersuchung dargetan hat, kann das Leitungssystem nur eine untergeordnete systematische Bedeutung für sich in Anspruch nehmen. In den primären Bauverhältnissen überrascht die außerordentliche Reduktion beim Typus II. Ferner ist Zartheit des Gewebes im allgemeinen an den fleischigen Sproß ge-

bunden, die Milchröhren endlich sind gerade bei diesem am dickwandigsten.

Die erste Frage, die wir uns im systematischen Teile stellten, ist somit teilweise als gelöst, teilweise als ungelöst zu betrachten. Die anatomischen Merkmale, gesondert von der morphologischen Betrachtungsweise, sind nicht imstande, die nähere Einteilung in Sektionen und Subsektionen, wie sie in der bisherigen Systematik der behandelten Pflanzen üblich sind, voll zu begründen, wohl aber unterstützen sie die morphologisch gewonnene Unterscheidung eines rutenförmigen und eines stark fleischigen Typus. In der ersten Gruppe sind, wie wir gefunden haben, zwei Unterabteilungen möglich (die Sektion *Intisy* und die übrigen Arten vom *Tirucalli*typus), die zweite erlaubt gleichfalls nur eine Dichotomie (die Sekt. *Diacanthium* tritt in Gegensatz zu den andern Gruppen).

Die zweite Frage ist ebenso rasch beantwortet. Es ist ausgeschlossen, aus dem anatomischen Bilde jede Art wiederzuerkennen. Vorzugsweise wird der kaktoide Typus hierdurch berührt. In der Sektion *Diacanthium* z. B. sind es eigentlich nur *E. splendens* und *Bojeri*, deren morphologisch begründete Sonderstellung auch anatomisch durch den Mangel der typischen Epidermis und des Assimilationssystems bereits in früher Jugend und durch das subepidermal gelegene kollenchymatische Gewebe zum Ausdruck kommt. Ob die holzige Beschaffenheit des Markgewebes bei *E. Nivulia* und *schizacantha* eine ständige, mithin systematisch wichtige Eigenschaft der beiden Arten ist, bleibt dahingestellt.

Günstiger steht es mit dem anderen morphologischen Typus. Im Anschluß an Costantin und Gallaud unterschieden wir zwischen der Sektion *Intisy* und den übrigen Arten vom Typus I, von denen noch *E. microcyatha*, *Pimeleodendron* und *pteroneura* getrennt werden müssen, da ihnen die charakteristischen Merkmale der Sektion *Tirucalli* in unserem Sinne (Perizykel und Palisadenparenchym) abgehen. *E. pteroneura* ist leicht an der Papillenbildung,

E. microcyatha an der einzigartigen Anordnung der rindenständigen Gefäßbündel zu erkennen. Hinsichtlich der Sektion *Intisy* gelten die Feststellungen Costantins und Gallauds, nur müssen sie in zweifacher Weise modifiziert werden. 1. *E. Tirucalli* und *Laro* können nicht nach der Anzahl der Spaltöffnungsreihen in den Längskanälen getrennt werden. 2. *E. arbuscula* aus Sokotra muß in die Sektion *Intisy* aufgenommen werden. Mark und Rinde führen Einzelfasern, die Spaltöffnungen liegen nicht in Längskanälen.

Die Sektion *Tirucalli* in ihrer abgeänderten Gestalt besitzt eine Reihe gut kenntlicher Arten, die nach dem Prinzip der größeren oder geringeren Vollkommenheit des Assimilationsapparates oder des Perizykels in eine gewisse Ordnung gebracht werden können. Lege ich das erste Prinzip zugrunde, so steht *E. aphylla* als die Form mit dem vollendetsten Assimilationssystem an erster Stelle, *E. mauritanica* folgt mit einem fast die ganze Breite des Rindenmantels einnehmenden Palisadengewebe; schmächtiger ist es bei *E. Schimperi.* Bei *E. Bolusiana, larica, melanosticta* und *Rossiana* endlich verrät sich das assimilatorische Gewebe nur mehr durch den Chlorophyllgehalt. Gleichzeitig ist aber der Perizykel kräftiger entwickelt. *E. Rossiana* kann wegen der starken Bastbeläge, deren Elemente dieselbe Beschaffenheit zeigen wie die Bastfasern der Sektion *Intisy,* als Übergangsform zu dieser aufgefaßt werden. Ähnliches gilt in abgeschwächter Form von *E. Bolusiana* und *larica.* Der Perizykel der durch Palisadenparenchym gekennzeichneten Arten endlich vermittelt, anatomisch betrachtet, zwischen Perizykel I und II.

Ausdrücklich wird betont, daß mit dem Vorigen keine genauen verwandtschaftlichen, d. h. wissenschaftlich systematischen Beziehungen gezeichnet sind, sondern bloß die größere oder geringere Möglichkeit der Unterscheidung auf anatomischer Basis. Die gesamte in diesem Abschnitte gelieferte Darstellung der Verwertbarkeit anatomischer Befunde für die klassifizierende Systematik zeigt,

daß ihre Leistungen sehr spärlich sind und nicht den Nutzen schaffen, den man billigerweise hätte erwarten können. Für den *Tirucalli*typus ließe sich zur Not ein Artschlüssel herstellen, für die anderen Sektionen jedoch ist dies unmöglich.

An den Schluß der Arbeit setze ich ein Zitat (**9.** 389), das primär die systematischen Verhältnisse sämtlicher *Euphorbiaceen*, aufgebaut auf anatomischen Untersuchungen, beleuchtet, sekundär aber sehr gut die Anwendung auf unsere Pflanzengruppe gestattet.

„Für die *Euphorbiaceen* mag wenigstens der Satz gelten, daß die Zweigstruktur schon zur Erkennung der Subtribus und Genera nicht mehr ausreicht, geschweige denn zur Unterscheidung der Arten."

An einem Beispiel mag gezeigt werden, daß die Anatomie immerhin selbst in schwierigen Fällen Verwendung finden kann. In den Gewächshäusern wird schon lange eine unter dem Namen *E. pendula* gehende Art kultiviert; da sie noch nie geblüht hat, ist ihre Stellung und ihre Zugehörigkeit zur Gattung *Euphorbia* mindestens zweifelhaft. Der anatomische Bau spricht gegen die Zugehörigkeit. Bezüglich der Epidermis, des Assimilations- und Speichersystems, der Bastfasern und Milchröhren besteht noch eine gewisse Übereinstimmung, dagegen ist das Leitungssystem sehr abweichend gebaut. Die Gefäßbündel sind bikollateral, zudem unterscheidet sich der feinere Bau des äußeren Phloemstranges durchaus von dem der *Euphorbien*. Seine Elemente sind nämlich zu radialen Reihen angeordnet, während bei den *Euphorbien* eine gedrungene Form Regel ist. Die Kombination beider Merkmale, bikollaterale Gefäßbündel und ungegliederte Milchröhren nötigen zu dem Schluß, daß die unter dem Namen *E. pendula* beschriebene Pflanze zu den *Asclepiadaceen* gehört. Sie ist anatomisch wie auch äußerlich von der Gattung *Sarcostemma* nicht zu unterscheiden. Bei dieser wie bei der *E. pendula* genannten *Asclepiadacee* fehlen auch die charakteristischen hantelförmigen Stärkestäbchen in den Milchröhren.

Literatur.

1. Berger, Sukkulente *Euphorbien.* Stuttgart 1907.
2. Costantin et Gallaud, Un nouveau groupe du genre *Euphorbe.* Ann. sc. nat. Paris. 9. Sér. II (1905) 287.
3. Dommel, Über die Spaltöffnungen der Gattung *Euphorbia.* Ber. Bot. Ges. Berlin. XXVIII. (1910) 72.
4. Frank, Lehrbuch der Botanik. I. Leipzig 1892.
5. Gaucher, Recherches anatomiques sur les *Euphorbiacées.* Ann. sc. nat. Paris. 8. Sér. XV (1902) 161.
6. —, Rôle des laticifères. Ann. sc. nat. Paris. 8. Sér. XII (1900) 241.
7. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie. 4. Aufl. Leipzig 1909.
8. Kniep, Die Bedeutung des Milchsaftes der Pflanzen. Flora 94, Marburg (1905) 129.
9. Pax, Die Anatomie der *Euphorbiacen* in ihrer Beziehung zum System derselben. Englers Bot. Jhrb. V (1884) 384.
10. —, Monographische Übersicht über die afrikanischen Arten der Sektion *Diacanthium* der Gattung *Euphorbia.* Englers Bot. Jhrb. XXXIV (1905) 61.
11. Solereder, Systematische Anatomie der Dikotyledonen. Stuttgart 1899.
12. —, Systematische Anatomie der Dikotyledonen, Ergänzungsband. Stuttgart 1908.
13. Stade, Beiträge zur Kenntnis des Hautgewebes von *Euphorbia.* Diss. Kiel 1911.
14. Trécul, Sur les laticifères et les fibres du liber ramifiées dans les *Euphorbes.* Compt. rend. Paris LX (1865) 1349.
15. Volkens, Die Flora der ägyptisch-arabischen Wüste. Berlin 1887.
16. Warming, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Berlin 1902.
17. Wettstein, Grundzüge der geographisch-morphologischen Methode der Pflanzensystematik. 1898.

Lebenslauf.

Ich, Fr. Hieronymus (Arthur) Trumpke O. F. M., Sohn des Kgl. Bahnmeisters 1. Kl. Joseph Trumpke, bin am 18. August 1890 zu Gleiwitz geboren.

Zunächst besuchte ich die Volksschule in Zabrze und Beuthen OS., darauf das Kgl. Gymnasium daselbst, das ich mit dem Versetzungszeugnis nach Obersekunda verließ, um in den Franziskanerorden einzutreten. Nach privater Vorbereitung in der Anstalt des Herrn Dr. Gudenatz bestand ich 22. September 1910 am Kgl. Gymnasium zu Patschkau, wohin ich vom Kgl. Provinzialschulkollegium überwiesen war, die Reifeprüfung.

Seitdem studiere ich an der hiesigen Universität katholische Theologie und Naturwissenschaften. Ich hörte Vorlesungen

in der katholisch-theologischen Fakultät bei:

König, Lämmer, Nikel, Pohle, Renz, Rücker, Seppelt, Sickenberger, v. Tessen-Węsierski, Triebs,

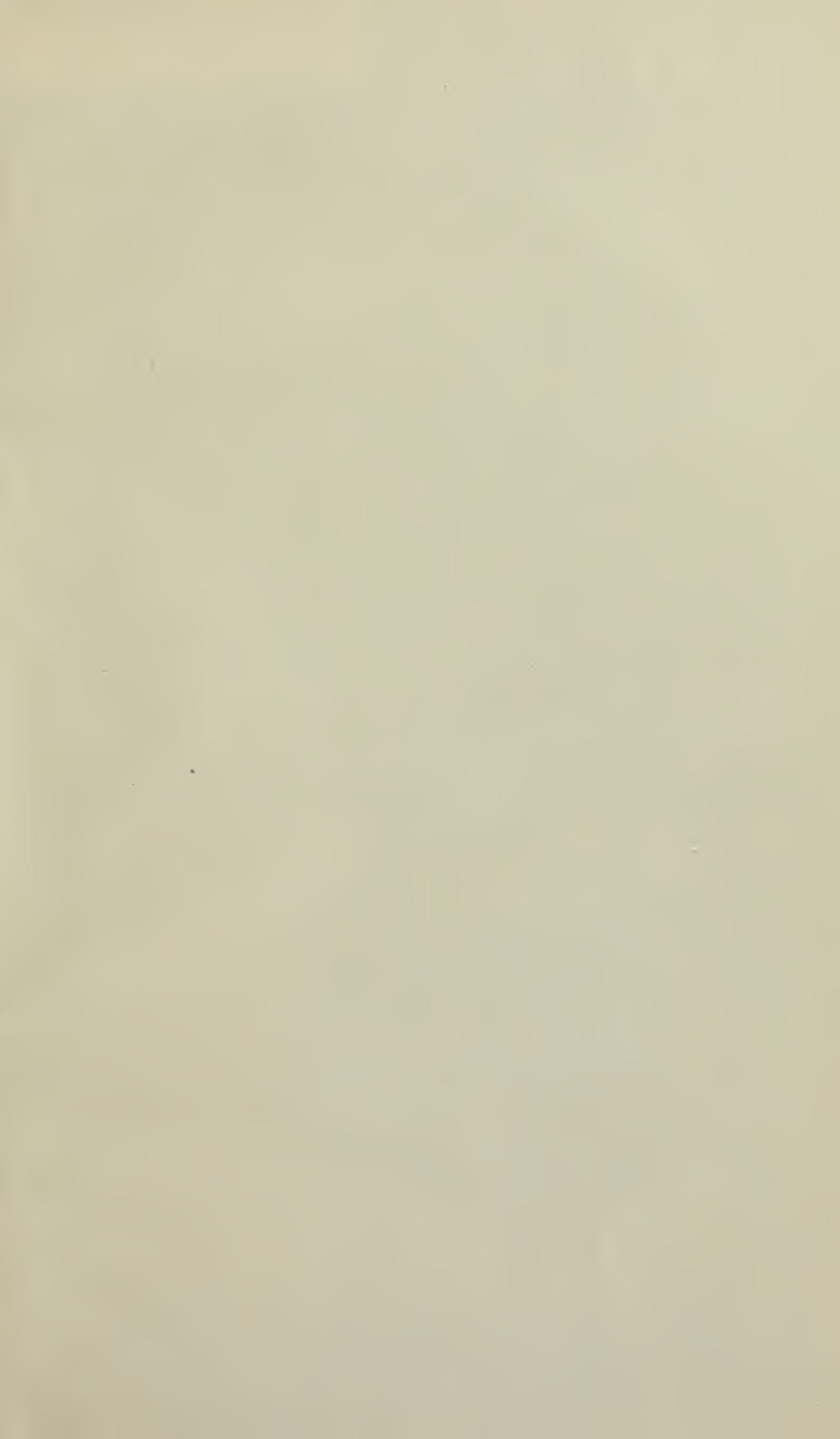
in der philosophischen Fakultät bei:

Baumgartner, Beutell, Biltz, v. Braun, Ehrlich, Hintze, Kabitz, Kühnemann, Kükenthal, Pax, F. A. Pax, Rosen, Sackur, Schnee, Stern, Winkler, Zimmer.

Allen meinen akademischen Lehrern fühle ich mich verpflichtet. Vorzüglich aber gilt mein Dank und meine Liebe Sr. Magnifizenz dem Geheimen Regierungsrat Herrn Professor Dr. F. Pax. In der ganzen Zeit meines Studiums

hatte ich das hohe Glück, in ihm nicht nur einen zuverlässigen Führer in der Wissenschaft, sondern vor allem einen warmen väterlichen Freund zu wissen.

Auch Herrn Professor Dr. Winkler und dem Dozenten an der Technischen Hochschule Herrn Dr. Lingelsheim danke ich für vielfaches Wohlwollen und reiche Anregung. Endlich sei auch meines Freundes Eugen Jablonczky in Budapest gedacht, der mich während seines Studiums an unserer Alma mater stets für die scientia amabilis begeisterte.



3 0112 072856278